

Systematische herinrichting van zwarte punten in Vlaanderen

Een beslisboom en een kosten-batenanalyse



Systematische herinrichting van zwarte punten in Vlaanderen

Een beslisboom en een kosten-batenanalyse

**MSc-Eindwerk
Michiel van 't Hof
2005-2006**

Dit rapport is geschreven in het kader van een afstudeeronderzoek aan de faculteit Toegepaste Wetenschappen, departement Burgerlijke Bouwkunde, afdeling Verkeer en Infrastructuur van de Katholieke Universiteit Leuven.

Promotor: prof.ir. L. Immers K.U.Leuven
Assessoren: Prof.Dr.-Ing. I.A. Hansen TU Delft
ir. P.B.L. Wiggeraad TU Delft
dr.ir. J.A.A. Stoop TU Delft
ir. J. Van Den Bossche TV 3V

De auteur geeft de toelating deze eindverhandeling voor consultatie beschikbaar te stellen en delen ervan te kopiëren voor eigen gebruik. Elk ander gebruik valt onder de strikte bepalingen van het auteursrecht; in het bijzonder wordt er gewezen op de verplichting de bron uitdrukkelijk te vermelden bij het aanhalen van resultaten uit deze eindverhandeling.

Brugge, 8 juni 2006

Voorwoord

Het afstudeerproject over de herinrichting van zwarte punten (gevaarlijke kruispunten en wegvakken) in Vlaanderen vormt het afsluitende onderdeel van mijn Master-opleiding *Civil Engineering* aan de Technische Universiteit Delft. Ik voerde dit project uit in Vlaanderen en ontving een Erasmusbeurs om door de K.U.Leuven begeleid te kunnen worden.

In dit eindwerk (ook wel eindverhandeling, masterproef, thesis of afstudeerwerk genoemd) wordt het afstudeerproject gepresenteerd. Ik hoop hiermee een bijdrage te hebben geleverd aan de verbetering van de verkeersveiligheid in Vlaanderen. Enerzijds kan die bijdrage bestaan uit de vertaling van Nederlandse richtlijnen naar Vlaamse kruispunten; anderzijds uit het aantonen van de grote maatschappelijke rendabiliteit van de herinrichting van een zwart punt.

Ik wil graag de leden van mijn evaluatiecommissie hartelijk bedanken voor hun behulpzaamheid in de afgelopen maanden. Toen ik anderhalf jaar geleden aan de heer Wiggeraad liet weten dat ik mijn afstudeerproject in Leuven wilde uitvoeren, hielp hij me direct bij het regelen van de formaliteiten. Zonder de gegevens over ongevallen en over de herinrichting van zwarte punten die de heer Van Den Bossche voor mij ontsloot, had ik de kosten-batenanalyse niet uit kunnen voeren. Professor Immers dank ik voor zijn warme welkom in Leuven en voor het frequent lezen en becommentariëren van alle tussentijdse resultaten. De heer Stoop waarschuwde me naar aanleiding van mijn werkplan terecht voor het probleem van de restrisico's. Die ongevalrisico's blijven na de herinrichting bestaan en moesten vooraf bepaald worden om tot een goede kosten-batenanalyse te kunnen komen. Professor Hansen verwees me naar literatuur, die nuttig is gebleken bij de samenstelling van de beslisboom.

Tot slot ben ik dank verschuldigd aan mijn vriendin Karen en haar vader, die bereid waren om correcties in dit eindwerk aan te brengen. Karen en mijn ouders maakten het mogelijk dat ik me de afgelopen maanden volledig op mijn eindwerk heb kunnen concentreren.



Samenvatting

De Vlaamse overheid investeert 500 miljoen euro voor de herinrichting van 800 zwarte punten. Dat zijn kruispunten en wegvakken waar veel verkeersslachtoffers zijn geregistreerd. In dit MSc-eindwerk worden twee aspecten van de herinrichting van zwarte punten in Vlaanderen beschouwd.

Ten eerste wordt een beslisboom samengesteld waarmee systematisch bepaald kan worden wat het meest geschikte kruispunttype op een bepaalde locatie is. Deze beslisboom bestaat uit een tabel en negen stroomschema's. Met de tabel kan bepaald worden welk stroomschema gevolgd moet worden om het meest geschikte kruispunttype te vinden. Welk stroomschema dat is, hangt af van de functies (of de daarvan afgeleide categorieën) van de wegen die elkaar op het kruispunt ontmoeten. In het te volgen stroomschema worden vervolgens ja/nee-vragen gesteld over de intensiteit op die wegen en over de ruimtelijke inpasbaarheid van de mogelijke kruispunttypen. Aan het eind van het stroomschema is bepaald wat het meest geschikte kruispunttype is.

Ten tweede wordt een maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd voor de herinrichting van een zwart punt. Als voorbeeldproject is een lichtengeregeld kruispunt in Lier gekozen, waar een Haarlemmermeer-aansluiting aangelegd zal worden. De belangrijkste baten bestaan uit de in geld uitgedrukte waarde van vermeden verkeersslachtoffers. Op basis van historische ongevalgegevens, wordt een prognose gemaakt van het aantal ongevallen en slachtoffers dat geregistreerd zal worden als het zwarte punt niet heringericht wordt. Ook wordt beredeneerd met hoeveel procent het aantal ongevallen en slachtoffers zal afnemen door de herinrichting. Vervolgens wordt voor elk jaar berekend hoeveel ongevallen, doden, zwaar gewonden en licht gewonden er vermeden worden door die herinrichting. Deze baten worden in geld uitgedrukt, net als het vermeden brandstofverbruik. De netto contante waarde van de totale baten blijkt ongeveer twee maal zo hoog te zijn als de netto contante waarde van de kosten, dus het voorbeeldproject wordt maatschappelijk rendabel geacht.

Summary

The Flemish government invests 500 million euros for the reconstruction of 800 black spots. These are crossings and stretches of roads where many road victims have been registered. In this final MSc paper two aspects of the reconstruction of black spots in Flanders are examined.

Firstly, a decision tree is constructed, by which can be determined what the most suitable type of crossing at a certain location is. This decision tree consists of a schedule and nine flow diagrams. With this schedule it can be determined which flow diagram must be followed to find the most suitable type of crossing. Which flow diagram that will be, depends on the functions (or categories deducted from them) of the roads that meet at the crossing. Subsequently, in the flow diagram that is followed, yes/no questions are asked about the intensity on these roads and about the suitable environmental planning of the types of crossing that are possible. At the end of the flow diagram it is decided which is the most suitable type of crossing.

Secondly, a social cost-benefit analysis is carried out for the reconstruction of a certain black spot. A crossing in Lier, controlled by traffic lights, where a 'Haarlemmermeer' connection will be constructed, has been chosen as an example. The main benefits consist of avoided road victims, expressed in money value. On the basis of historical accident data a prognosis is made of the number of accidents and victims that will be registered if the black spot is not reconstructed. It is also argued with how many percent the number of accidents and victims will decrease by the reconstruction. Subsequently, for every year it is calculated how many accidents, dead, seriously wounded and slightly wounded are avoided by that reconstruction. These benefits are expressed in money, just as avoided use of fuel. The net present value of the total benefits turns out to be about twice as high as the net present value of the costs, so the example project is considered socially profitable.

Inhoudsopgave

<u>Hoofdstuk 1. Inleiding</u>	11
<u>1.1 Aanleiding</u>	11
<u>1.1.1 Verkeersveiligheid in de wereld</u>	11
<u>1.1.2 Verkeersveiligheid in Europa</u>	11
<u>1.1.3 Verkeersveiligheid in de Benelux</u>	12
<u>1.1.4 Verkeersveiligheid in België</u>	12
<u>1.1.5 Verkeersveiligheid in Vlaanderen</u>	12
<u>1.1.6 Aanpak van zwarte punten</u>	13
<u>1.1.7 Aanleiding voor de beslisboom</u>	14
<u>1.1.8 Aanleiding voor de kosten-batenanalyse</u>	14
<u>1.2 Doelstellingen</u>	14
<u>1.2.1 Doel van de beslisboom</u>	14
<u>1.2.2 Doel van de kosten-batenanalyse</u>	14
<u>1.3 Leeswijzer</u>	15
<u>1.3.1 Het ontstaan van de beslisboom in hoofdstuk 2</u>	15
<u>1.3.2 Het verloop van de kosten-batenanalyse in hoofdstuk 3</u>	15
<u>Hoofdstuk 2. Beslisboom voor bepaling geschikt kruispunttype</u>	17
<u>2.1 Omgevingsfactoren die geschiktheid bepalen</u>	17
<u>2.1.1 Beslissingondersteunende techniek 1: De schematechniek SADT</u>	17
<u>2.1.2 Routekeuze van weggebruikers</u>	17
<u>2.1.3 Maatregelen van wegbeheerders</u>	18
<u>2.1.4 Intensiteit en capaciteit</u>	18
<u>2.1.5 Wegfunctie en wegomgeving</u>	18
<u>2.1.6 Wegfunctie en wegcategorie</u>	20
<u>2.1.7 Bepalende omgevingsfactoren</u>	20
<u>2.2 Wat is een beslisboom?</u>	20
<u>2.2.1 Beslissingondersteunende techniek 2: De beslisboom</u>	20
<u>2.2.2 Ja/nee-vragen</u>	21
<u>2.2.3 Het probleem: te veel voor één stroomdiagram</u>	21
<u>2.3 Keuze van een systematiek</u>	21
<u>2.3.1 Systematiek 1: Een benadering in stappen</u>	21
<u>2.3.2 Systematiek 2: Een werkblad</u>	22
<u>2.3.3 Systematiek 3: Een tabel</u>	24
<u>2.3.4 De gekozen systematiek: Een tabel met stroomschema's</u>	26
<u>2.4 Functies van wegen</u>	26
<u>2.4.1 De twee uitersten: verbinden en toegang geven</u>	26
<u>2.4.2 Tussenvormen: verzamelen of ontsluiten</u>	27
<u>2.4.3 Elke weg één functie</u>	28
<u>2.5 Wegwijs worden in het woud van wegcategorieën in Nederland</u>	28
<u>2.5.1 Inleiding</u>	28
<u>2.5.2 Categorieën voor Duurzaam Veilig</u>	29
<u>2.5.3 Categorieën sinds Duurzaam Veilig</u>	29
<u>2.5.4 Essentiële Herkenbaarheidkenmerken</u>	30

2.5.5 Nationale stroomwegen	30
2.5.6 Regionale stroomwegen	30
2.5.7 Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom	31
2.5.8 Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom	31
2.5.9 Snelheidsklassen in de categorisering	32
2.6 Wegwijs worden in het woud van wegcategorieën in Vlaanderen	33
2.6.1 Inleiding	33
2.6.2 Hoofdcategorieën	33
2.6.3 Hoofdwegen	34
2.6.4 Primaire wegen I	34
2.6.5 Primaire wegen II	35
2.6.6 Secundaire wegen	35
2.6.7 Lokale wegen	36
2.6.8 Hoofd- en subcategorieën	37
2.6.9 Oordeel	38
2.7 Vertaling van Nederlandse naar Vlaamse categorieën	39
2.8 Startpunt van de beslisboom	39
2.8.1 De tabel	39
2.8.2 Begripsbepaling	40
2.8.3 Het trapje van Monderman	40
2.8.4 Knopen in het wegennet	41
2.9 Knooppunten	41
2.9.1 Het principe van een knooppunt	41
2.9.2 Kruispunt tussen stroomwegen	41
2.9.3 Knooppunt met drie takken: T-knooppunt	42
2.9.4 Knooppunt met meer dan vier takken: samengesteld knooppunt	42
2.9.5 Klaverblad-knooppunt	43
2.9.6 Windmolen-knooppunt	43
2.9.7 Turbine-knooppunt	44
2.9.8 Ster-knooppunt	44
2.9.9 Combinaties	44
2.9.10 Aanpassing van de grondvorm	46
2.10 Afsluiten, upgraden en downgraden	46
2.10.1 Drie principes bij de opbouw van het wegennet	46
2.10.2 Het eerste principe: Beperkte niveauverschillen	46
2.10.3 Welke niveauverschillen zijn te groot?	47
2.10.4 Welke functiever verschillen zijn te groot?	49
2.10.5 Het tweede principe: Samenhang in het wegennet	49
2.11 Aansluitingen	49
2.11.1 Kruispunt tussen een gebiedsontsluitingsweg en een stroomweg	49
2.11.2 Haarlemmermeer-aansluiting	50
2.11.3 Halfklaverblad-aansluiting	50
2.11.4 Vertaling naar Vlaamse weg categorieën	50
2.11.5 Het derde principe: Verkeersafwikkeling	51
2.11.6 Minimale afstand tussen aansluitingen	51
2.12 Rotondes	54
2.12.1 Gelijkvloers kruispunt bij aansluiting	54
2.12.2 Begripsbepaling: verkeerspleinen en rotondes	54

2.12.3 Capaciteit	55
2.12.4 Veiligheid voor fietsers	56
2.12.5 Conflictbelasting	56
2.12.6 Turborotondes en andere typen rotondes	57
2.12.7 Ruimtelijke inpasbaarheid	57
2.13 Verkeerslichten en voorrangskruispunten	59
2.13.1 Verkeerspleinen	59
2.13.2 Traditioneel kruispunt met of zonder verkeerslichten	62
2.13.3 Gelijkvloers kruispunt met een gebiedsontsluitingsweg	65
2.13.4 Kruispunt met een lokale weg	67
2.14 Gelijkwaardige kruispunten	70
2.14.1 Shared Space: geen verkeerstekens in verblijfsgebied	70
2.14.2 Kruispunt tussen erftoegangswegen	70
2.15 Uitritconstructies	71
2.16 Het resultaat	73
Hoofdstuk 3. Kosten-batenanalyse van herinrichting zwarte punten	74
3.1 Inleiding	74
3.2 Aantal ongevallen en slachtoffers zonder herinrichting	76
3.2.1 Aantal ongevallen en slachtoffers per jaar in het verleden	76
3.2.2 Aantal ongevallen en slachtoffers per jaar in het heden	78
3.2.3 Aantal ongevallen en slachtoffers per jaar in de toekomst	80
3.3 Percentage vermeden ongevallen en slachtoffers	80
3.3.1 Vlaamse verkeersongevallendatabase	81
3.3.2 Conflictenmethode	81
3.3.3 Gegevens van ongevallen op Nederlandse kruispunten	86
3.3.4 Gegevens van ongevallen op Vlaamse wegvakken	90
3.3.5 Gegevens van ongevallen op Nederlandse wegvakken	92
3.4 Aantal vermeden ongevallen en slachtoffers	93
3.5 Vermeden kosten per slachtoffer en per ongeval	94
3.5.1 Vermeden humane kosten	94
3.5.2 Vermeden medische kosten	95
3.5.3 Vermeden begrafeniskosten	95
3.5.4 Vermeden kosten van interventies door brandweer en politie	95
3.5.5 Vermeden productieverlies	96
3.5.6 Vermeden administratieve kosten	96
3.5.7 Vermeden materiële schade aan voertuigen en het openbaar domein	96
3.5.8 Vermeden gerechtskosten	97
3.5.9 Vermeden congestiekosten	97
3.5.10 Totale vermeden kosten per vermeden slachtoffer en ongeval	97
3.6 Overige baten	98
3.6.1 Gecreëerde werkgelegenheid	98
3.6.2 Verminderd brandstofverbruik	99
3.6.3 Verminderde inkomsten uit belastingen op brandstof	100

<u>3.7 Totale maatschappelijke baten</u>	100
<u>3.8 Totale maatschappelijke kosten</u>	101
<u>3.9 Beoordelingscriteria</u>	101
<u>3.9.1 Baten/kostenverhouding</u>	101
<u>3.9.2 Netto contante waarde</u>	101
<u>Hoofdstuk 4. Besluit</u>	103
<u>4.1 Conclusies</u>	103
<u>4.2 Aanbevelingen</u>	103
<u>Afkortingen</u>	104
<u>Literatuurlijst</u>	105
<u>Samenstelling evaluatiecommissie</u>	108
<u>Bijlage 1. De volledige beslisboom</u>	110
<u>De tabel</u>	110
<u>Stroomschema ①</u>	111
<u>Stroomschema ②</u>	112
<u>Stroomschema ③</u>	112
<u>Stroomschema ④</u>	113
<u>Stroomschema ⑤</u>	114
<u>Stroomschema ⑥</u>	115
<u>Stroomschema ⑦</u>	116
<u>Stroomschema ⑧</u>	116
<u>Stroomschema ⑨</u>	116
<u>Bijlage 2. Ongevallen en slachtoffers indien project 001006 niet wordt uitgevoerd</u>	117
<u>Bijlage 3. Vermeden ongevallen en slachtoffers indien project 001006 wel wordt uitgevoerd</u>	118
<u>Bijlage 4. Totale baten indien project 001006 wel wordt uitgevoerd</u>	119
<u>Bijlage 5. Maatschappelijke kosten en netto contante waarde van project 001006 (niet openbaar)</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Bijlage 6. Kruispunten volgens Tritel&Iris (niet openbaar)</u>	Error! Bookmark not defined.
<u>Bijlage 7. Kruispunten volgens TV 3V (niet openbaar)</u>	Error! Bookmark not defined.

Hoofdstuk 1. Inleiding

1.1 Aanleiding

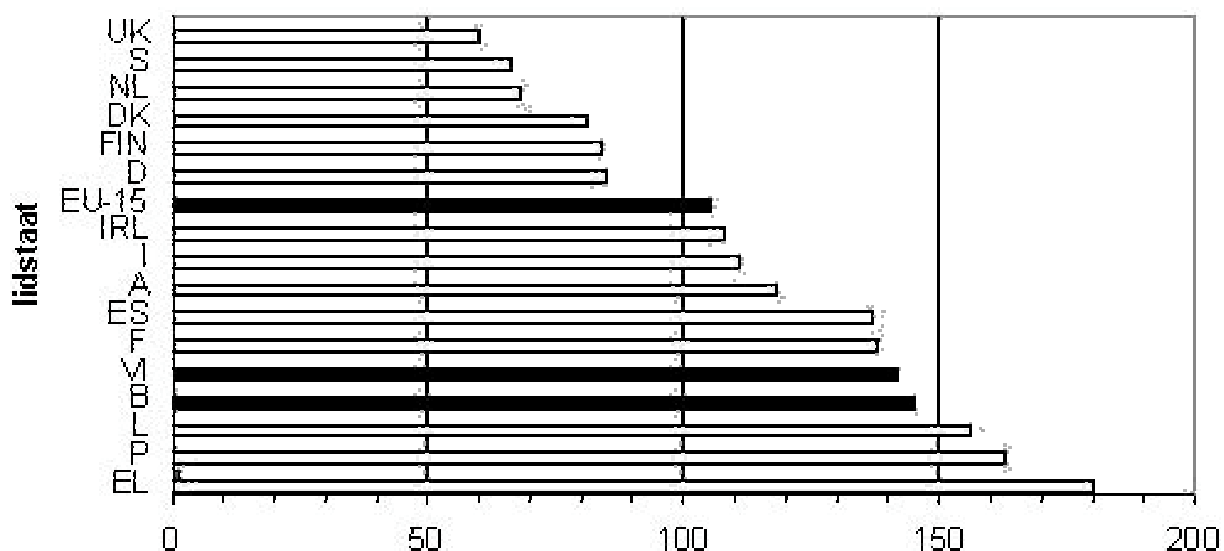
De aanleiding voor dit afstudeerproject werd in eerste instantie gevormd door de wens om als civiel ingenieur een bijdrage te leveren aan de verkeersveiligheid in de wereld. De aanleiding voor het specifieke onderwerp van het afstudeerproject was de aanpak van zwarte punten in Vlaanderen. Daarop wordt in dit inleidende hoofdstuk 'ingezoomd'; voornamelijk met behulp van enkele internet-bronnen en kranten.

1.1.1 Verkeersveiligheid in de wereld

De verkeersonveiligheid is een wereldwijde plaag. "Verkeersongevallen hebben in de twintigste eeuw al 30 miljoen slachtoffers geëist. De laatste jaren sterven wereldwijd een half miljoen mensen aan de gevolgen van het verkeer, waarvan 45.000 in de Europese Unie. 1.600.000 mensen raken gewond. Jaarlijks verdwijnt er dus een middelgrote stad van de aardbol. (...) Tegen het jaar 2020 zal het verkeer tot de derde belangrijkste doodsoorzaak uitgroeien, belangrijker dan oorlog, aids of andere besmettelijke ziekten, aldus het Rode Kruis." [www.gva.be] De Wereldgezondheidsorganisatie becijferde in 2004, dat de maatschappelijke kosten van verkeersongevallen 1 à 2 procent van het inkomen of wereldwijd 415 miljard euro bedragen. [De Brabander, 2005, p. 16] Gelukkig stijgt de verkeersonveiligheid niet overal ter wereld.

1.1.2 Verkeersveiligheid in Europa

Het wegverkeer in Europa wordt steeds veiliger. "Hoewel het verkeersvolume sinds 1970 zowat verdubbeld is in Europa, is het aantal dodelijke verkeersongevallen sindsdien met 46% gedaald. En die daling is er vooral één van de laatste jaren: sinds 1991 is het aantal met 30% verminderd." [www.gva.be] Uit een onderzoek van Eurostat, het Europees bureau voor de statistiek, blijkt dat in 2001 circa 40.000 mensen het leven verloren bij verkeersongevallen, met een gemiddelde van 109 doden per 1 miljoen inwoners. In figuur 1.1 is het aantal verkeersdoden per miljoen inwoners in 2001 af te lezen, voor de 15 lidstaten van de toenmalige Europese Unie.



Figuur 1.1 Verkeersdoden per miljoen inwoners in de EU in 2001 [www.steunpuntverkeersveiligheid.be]

1.1.3 Verkeersveiligheid in de Benelux

Uit figuur 1.1 blijkt dat België (B; 143 doden per miljoen inwoners) en Luxemburg (L) in 2001 tot de vier meest verkeersonveilige landen van Europa behoorde, terwijl Nederland (NL; 66) op twee na de meest verkeersveilige lidstaat was. De afwijkingen van het Europees gemiddelde (EU-15; 104) waren zeer groot. Duitsland, Nederland en Finland presteerden sinds 1970 ook het best door het aantal verkeersdoden met 60% te doen dalen. [www.gva.be] “België en Vlaanderen scoren erg zwak in vergelijking met andere landen in Europa als het over verkeersveiligheid gaat. Zo loopt een Belg gemiddeld dubbel zoveel risico op een dodelijk verkeersongeval als een Brit, een Nederlander of een Zweed.” [www.steunpuntverkeersveiligheid.be] In Nederland daalde het aantal verkeersdoden tussen 2004 (881) en 2005 (817) met 7%. [SWOV, 2006, p. 1] Een Belgische vergelijking “tussen het jaartotaal van februari 2005 en februari 2006 van het aantal geregistreerde doden ter plaatse wijst op een daling van 5,2%” [www.ikbenvoor.be]. Het aantal verkeersdoden neemt echter toe op de autowegen. Ook neemt het aantal doden in Wallonië toe. De weekends blijken bovendien goed te zijn voor meer dan vier op de tien verkeersdoden. [De Standaard, 16-05-2006]

1.1.4 Verkeersveiligheid in België

Uit de Eurostat-studie blijkt niet alleen dat de Belgische wegen tot de gevaarlijkste van Europa behoren, maar ook dat de wegen in de Belgische provincie Luxemburg de gevaarlijkste zijn van heel de Europese Unie. Het verschil tussen Vlaanderen (119 doden per miljoen inwoners in 2001) en Wallonië (173) is over het algemeen nogal groot, maar ook Vlaanderen is onveiliger dan het Europees gemiddelde. De veiligste Belgische regio is het hoofdstedelijk gewest Brussel (47), gevolgd door de provincie Antwerpen (111). [www.gva.be] “In de leeftijdsgroep van de 15 tot 29-jarigen zijn verkeersongevallen (...) de trieste doodsoorzaak nummer één. Het ongevalrisico bij het wegverkeer is bovendien vele malen groter dan bij andere transportsystemen zoals de luchtvaart of het treinverkeer.” [www.steunpuntverkeersveiligheid.be]

De federale (Belgische) ministerraad heeft zeer recent besloten enkele nieuwe verkeersveiligheidsmaatregelen te nemen. Het voorstel om de maximumsnelheid van vrachtwagens te verlagen van 90 naar 80 km/h, kon niet op een meerderheid rekenen. Wel komt er binnen vier maanden een inhaalverbod voor vrachtwagens op wegen met 2x2 rijstroken. De wildgroei aan verkeersborden wordt ingeperkt door niet alleen met 30 km/h-zones, maar voortaan ook met 50 km/h- en 70 km/h-zones te gaan werken. De ministerraad besliste bovendien de voorrang van rechts in de toekomst ‘blijvend geldig’ te maken. Nu vormt België nog een internationale uitzondering met de regel dat weggebruikers hun voorrang verliezen wanneer ze hebben stilgestaan. [www.standaard.be]

Sinds kort coördineert het Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid (BIVV) ‘ikbenvoor.be’. Dit is een brede groep van burgers en organisaties. “Ikbenvoor.be ondersteunt en legt de link tussen alle initiatieven, acties en campagnes voor verkeersveiligheid in ons land. Dankzij ikbenvoor.be krijgt elke actie meer weerklank en een duurzamer effect.” [www.ikbenvoor.be] Ook het stimuleren van het openbaar vervoer kan een bijdrage aan de verkeersveiligheid leveren. Dit jaar worden over het Brusselse OV-net bijvoorbeeld 255 miljoen mensen per jaar vervoerd. “De MIVB vervoert 100 miljoen mensen meer dan in 1999. In 2010 zouden het er 300 miljoen zijn.” [De Standaard, 24-05-2006]

1.1.5 Verkeersveiligheid in Vlaanderen

“In 2001 richtte de Vlaamse Regering 13 Steunpunten voor Beleidsrelevant onderzoek op, waaronder het Steunpunt Verkeersveiligheid. De opdracht van de Steunpunten bestaat erin

om beleidsrelevant, wetenschappelijk onderzoek te verrichten rond een maatschappelijk belangrijk thema. 2006 is voorlopig het laatste werkingsjaar van deze Steunpunten.” [www.steunpuntverkeersveiligheid.be] Het Steunpunt Verkeersveiligheid berekende dat onbemande snelheidscamera's het aantal letselongevallen met 27% doen dalen en onderzocht het effect van de invoering van conflictvrije verkeerslichten op de ongevallen. Dit type verkeerslichten wordt nog maar sporadisch in Vlaanderen gebruikt.

“Al geruime tijd leveren de verschillende wegbeheerders (gewest, provincies, gemeenten) heel wat inspanningen om de verkeersveiligheid op hun wegennet te verbeteren. Sinds (...) 1988 werd in Vlaanderen zwaar geïnvesteerd in de aanleg van fietspaden en het herinrichten van doortochten. Daarnaast deed ook de rotonde zijn intrede in het landschap. Daarbij werd inspiratie opgedaan in het buitenland, vooral in Nederland. De jongste jaren maakte de Vlaamse overheid ook flink wat extra budgetten vrij voor de infrastructurele aanpak van 800 gevaarlijke punten.” [www.steunpuntverkeersveiligheid.be]

1.1.6 Aanpak van zwarte punten

Die gevaarlijke punten worden ook wel 'zwarte punten' of '*black spots*' genoemd. “Tijdens het project 'Gevaarlijke punten' bracht de Vlaamse overheid alle gevaarlijke punten in het verkeer in kaart. Sinds 2003 trekt Vlaanderen jaarlijks 100 miljoen euro extra uit om deze punten in het verkeer aan te pakken.” [www.mobielvlaanderen.be] “Binnen vijf jaar moeten alle 800 zwarte punten op de Vlaamse wegen verdwenen zijn.” [www.wegen.vlaanderen.be]

“Op basis van de statistieken van de laatste beschikbare drie jaar is een lijst van gevaarlijke punten gedefinieerd. De volgende parameters worden beschouwd:

- Het aantal ongevallen met gekwetsten (= letselongevallen)
- Het aantal licht gekwetsten (= licht gewonden)
- Het aantal zwaar gekwetsten
- Het aantal doden (overleden binnen 30 dagen)

Aan deze aantallen worden gewichten toegekend: een dode krijgt factor 5, een zwaar gekwetste factor 3 en een licht gekwetste factor 1. Een punt wordt 'gevaarlijk' (= 'zwart') genoemd, als op die plaats minstens 3 ongevallen gebeurd zijn in drie jaar tijd en op die manier een score van 15 behaald wordt. Indien de ongevallen zich niet op 1 bepaald punt voordoen, maar over een bepaalde lengte, spreekt men van een 'gevaarlijk wegvak'. (...) De punten met de hoogste score hebben de hoogste prioriteit.” [Boelaert en Van Den Bossche, 2003, p. 2] “Om evenwel rekening te houden met de maatschappelijke impact van de betrokkenheid van zwakke weggebruikers (dikwijls fietsende schoolgangers), werd het gewicht van de ongevallen waar fietsers bij betrokken zijn, met 50 procent verhoogd.” [TV 3V, 2005, p. 202]

De Tijdelijke vennootschap 'Veilig Verkeer Vlaanderen' (TV 3V) heeft tot opdracht 'het wegwerken van de gevaarlijke punten en wegvakken in Vlaanderen'. TV 3V is samengesteld uit de 3 grootste studiebureaus van Vlaanderen: Arcadis Gedas, Grontmij en Technum. “TV 3V analyseert de gevaarlijke verkeerssituaties en bedenkt oplossingen om het geheel verkeersveiliger te maken, rekening houdend met de functie van de weg en de omgeving waarin de weg gelegen is.” [www.tv3v.be]

De aanpak van de zwarte punten in Vlaanderen vormde de aanleiding voor de twee onderwerpen van dit afstudeerproject, namelijk:

- een beslisboom voor de bepaling van het meest geschikte kruispunttype
- een kosten-batenanalyse van de herinrichting van zwarte punten

1.1.7 Aanleiding voor de beslisboom

Bij de aanpak van de achthonderd gevaarlijkste kruispunten en wegvakken gaat het soms om relatief kleine aanpassingen in de inrichting. Welke aanpassingen in zo'n geval nodig zijn, kan bepaald worden met de AVOC-methode (Manoeuvrediagram tekenen m.b.v. ongevalstatistieken, Dominant ongevaltype bepalen, Hypothese opstellen). Maar als het huidige kruispunttype eigenlijk niet het meest geschikt is in de betreffende situatie, dan zal het hele kruispunt opnieuw ingericht moeten worden. De eerste vraag moet dus zijn: 'Wat is het meest geschikte kruispunttype in deze situatie?'

1.1.8 Aanleiding voor de kosten-batenanalyse

Telkens nadat een project van TV 3V uitgevoerd is, wordt een monitoring opgestart. Deze heeft twee doelen:

1. Nagaan of de voorgestelde herinrichting een efficiënte maatregel geweest is om het aantal ongevallen aan te pakken.
2. Leringen trekken uit de resultaten van de monitoring voor de aanpak van toekomstige projecten." [TV 3V, 2005, p. 215]

Beter zou echter zijn als al *voor* de uitvoering bekend is of de voorgestelde herinrichting een efficiënte maatregel is, zodat eventueel besloten zou kunnen worden dat andere maatregelen een hogere prioriteit hebben. Deze afweging wordt nodig als het budget van 500 miljoen euro te beperkt is om alle 800 zwarte punten goed aan te pakken.

1.2 Doelstellingen

1.2.1 Doel van de beslisboom

Voordat het detailontwerp voor de herinrichting van een zwart punt of een willekeurig ander kruispunt in Vlaanderen gemaakt wordt, zou eerst op een systematische wijze beslist moeten worden wat op die locatie het meest geschikte kruispunttype is. Het is de bedoeling een instrument te ontwikkelen dat het nemen van die beslissing ondersteunt. Die systematiek moet ertoe leiden dat elke ontwerper onder dezelfde omstandigheden voor hetzelfde, veilige kruispunttype kiest. De ontwerpvrijheid is daarna nog beperkt tot de detaillering van het kruispuntontwerp. Consequente toepassing van zo'n systematiek kan tevens bijdragen aan een herkenbaar wegbeeld, met kruispunttypen die in het verwachtingspatroon van de weggebruiker passen. Hoewel ook gevaarlijke wegvakken binnen de definitie van 'zwarte punten' vallen, zal de beslisboom alleen op kruispunten toepasbaar zijn en worden wegvakken buiten beschouwing gelaten.

Het uiteindelijke doel is het verbeteren van de verkeersveiligheid op de Vlaamse wegen. Daarnaast speelt natuurlijk het didactische doel van dit eindwerk mee: het ontwikkelen en tonen van de vaardigheid om een opdracht zelfstandig tot een goed einde te brengen.

1.2.2 Doel van de kosten-batenanalyse

Van een concreet project uit het zwarte-puntenprogramma worden de maatschappelijke kosten en baten berekend en met elkaar vergeleken, om te bepalen of dat project maatschappelijk rendabel is. Als dit het geval is, kan het een gunstige invloed op de publieke en politieke opinie hebben.

Een nevendoelstelling van deze kosten-batenanalyse is om haar zodanig te beschrijven, dat dezelfde analyse zonder veel extra onderzoek voor andere zwarte punten in Vlaanderen

uitgevoerd kan worden. Daarmee zou een maatschappelijk correcte selectie gemaakt kunnen worden, als het budget van 500 miljoen euro te beperkt zou blijken om alle zwarte punten goed aan te pakken.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 en 3 behandelen elk een hoofdonderwerp van dit afstudeerproject. Hoofdstuk 2 beschrijft het ontstaan van de beslisboom. Het resultaat is volledig opgenomen in bijlage 1. In hoofdstuk 3 wordt de kosten-batenanalyse behandeld. Beide hoofdstukken omvatten paragrafen en subparagrafen. In hoofdstuk 4 worden conclusies getrokken en enkele aanbevelingen gedaan. De aandacht van de lezer wordt gevestigd op de daarop volgende lijst met afkortingen, hoewel de bijzondere afkortingen meestal ook in de tekst verklaard worden.

De inhoud van de bijlagen 5, 6 en 7 is niet openbaar. In de digitale versie van dit eindwerk zijn deze bijlagen daarom weggelaten.

1.3.1 Het ontstaan van de beslisboom in hoofdstuk 2

In §2.1 wordt met behulp van de schema-techniek SADT vastgesteld, welke omgevingsfactoren bepalen wat het meest geschikte kruispunttype is. In §2.2 en §2.3 wordt beschreven op welke manieren de beslisboom vormgegeven kan worden en welke systematiek de voorkeur verdient. Er wordt gekozen voor een beslisboom, bestaande uit een tabel die naar verschillende stroomschema's verwijst.

Eén van de bepalende omgevingsfactoren was de functie van de wegen die elkaar op een kruispunt ontmoeten. Die functies worden in §2.4 beschouwd. Omdat Nederlandse en Vlaamse richtlijnen over gewenste kruispunttypes meestal gebaseerd zijn op functionele wegcategorieën die per land verschillen, wordt in §2.5 en §2.6 de Nederlandse respectievelijk Vlaamse wegategorisering geanalyseerd. In §2.7 wordt de vertaalslag daartussen gemaakt.

In §2.7 t/m §2.16 wordt de beslisboom langzamerhand opgebouwd, te beginnen bij kruispunten van wegen van het hoogste niveau (knooppunten van autosnelwegen). De karakteristieke eigenschappen van vele kruispunttypen en -subtypen worden beschreven, zodat duidelijk wordt in welke situaties ze het meest geschikt zijn. Op basis van theorieën, normen, richtlijnen en gezond verstand wordt voor verschillende kruispunttypen een stroomschema gemaakt. Langzamerhand wordt de tabel volledig ingevuld met mogelijke kruispunttypen en verwijzingen naar stroomschema's.

De volledige beslisboom (één tabel en negen stroomschema's) staat in bijlage 1.

1.3.2 Het verloop van de kosten-batenanalyse in hoofdstuk 3

In §3.1 wordt ervoor gekozen om een maatschappelijke kosten-batenanalyse toe te passen op een zwart punt in de gemeente Lier. Op basis van ongevalgegevens uit het verleden wordt in §3.2 een prognose becijferd over het aantal ongevallen en slachtoffers dat de komende decennia geregistreerd zal worden als het zwarte punt niet opnieuw wordt ingericht.

In §3.3 worden verschillende methoden gepresenteerd waarop geschat kan worden met hoeveel procent het aantal ongevallen en slachtoffers zal afnemen door de herinrichting. Zo kan in §3.4 worden berekend hoeveel ongevallen en slachtoffers vermeden zullen worden gedurende de vermoedelijke levensduur van het nieuwe kruispunttype.

In §3.5 wordt de waarde van een vermeden ongeval of slachtoffer berekend door humane, medische, begrafenis-, hulpdienst-, administratieve, schade-, gerechts- en congestiekosten bij elkaar op te tellen. In §3.6 en §3.7 wordt daar nog de netto waarde van het verminderde brandstofverbruik bij opgeteld, zodat de totale baten van herinrichting verkregen worden.

In §3.9 wordt de netto contante waarde als beoordelingscriterium gekozen. Omdat de kostenramingen niet openbaar zijn, wordt de uiteindelijke berekening van de netto contante waarde van het project in bijlage 5 verricht.

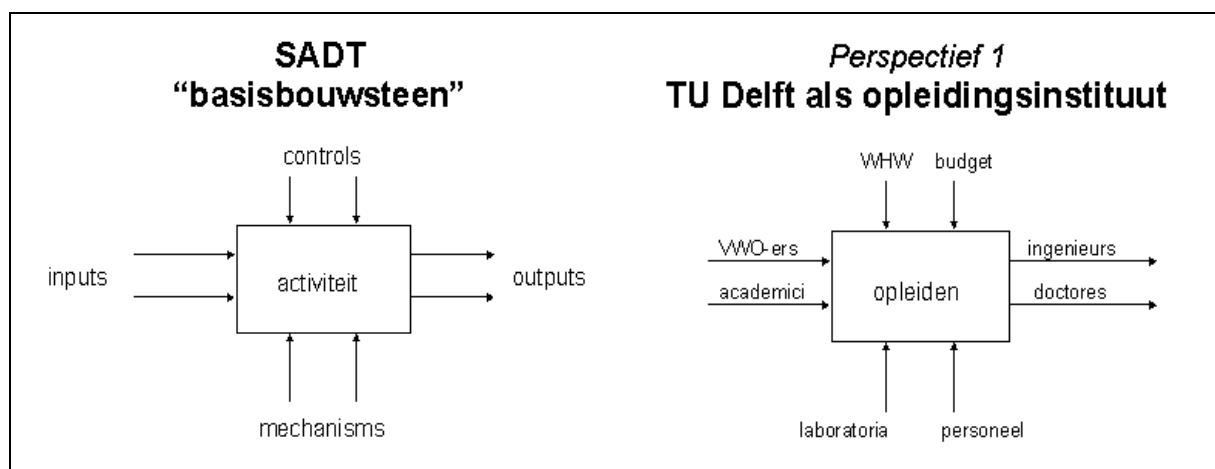
Hoofdstuk 2. Beslisboom voor bepaling geschikt kruispunttype

2.1 Omgevingsfactoren die geschiktheid bepalen

2.1.1 Beslissingondersteunende techniek 1: De schematechniek SADT

In dit hoofdstuk wordt verslag gedaan van het ontwikkelen van een instrument dat het nemen van beslissingen op systematische wijze ondersteunt. Die beslissingen hebben betrekking op het kiezen van het meest geschikte kruispunttype op een bepaalde locatie. De eerste beslissingondersteunende techniek die in dit verband nuttig kan zijn is letterlijk vertaald de gestructureerde analyse- en ontwerptechniek 'SADT' (*Structured Analysis and Design Technique*). Deze techniek wordt vooral in de bedrijfskunde en de informatica gebruikt om organisaties te modelleren als doelgerichte systemen. Hier wordt de techniek echter toegepast op het verkeerssysteem. Een deel van het verkeerssysteem wel te verstaan, want een model kan nooit de gehele werkelijkheid weergeven. Het model zal inzicht verschaffen in de omgevingsfactoren die bepalen welk kruispunttype het meest geschikt is.

Een SADT-schema wordt opgebouwd uit enkele rechthoeken die door pijlen met elkaar worden verbonden. De rechthoeken stellen een activiteit voor en bevatten daarom altijd een heel werkwoord. Volgens de consistentieregels moeten alle activiteiten "minstens één *control* en minstens één *output*" [TBM, 1999, p. 23] bevatten, dus een binnenkomende en een uitgaande pijl (zie figuur 2.1).



Figuur 2.1 Het principe en een voorbeeld van de basisbouwsteen van het SADT-schema [TBM, 1999, p. 15-19]

"De pijlen geven 'dingen' weer." [idem, p. 16] Dit kunnen bijvoorbeeld goederen, materialen, mensen of financiële middelen zijn. In het geval van het verkeerssysteem stellen de pijlen informatie voor, die de interactie tussen de belangrijkste actoren in het wegverkeer bepalen. Die actoren zijn de weggebruikers en de wegbeheerders. Zij beïnvloeden elkaar, doordat ze informatie krijgen over de activiteiten van de andere actor.

2.1.2 Routekeuze van weggebruikers

De routekeuze door de weggebruiker wordt verondersteld in twee stappen te verlopen:

- Welke routes zijn mogelijk?
- Welke van die routes geeft de minste weerstand? (snelst, goedkoopst, meest comfortabel)

2.1.3 Maatregelen van wegbeheerders

De wegbeheerder kan de routekeuze dus op vier manieren veranderen:

- een andere route mogelijk maken (bijv. nieuw wegtracé aanleggen)
- een andere route aantrekkelijker maken (bijv. maximum snelheid verhogen, drempels verwijderen)
- de huidige route onmogelijk maken (bijv. weg afsluiten voor gemotoriseerd verkeer)
- de huidige route minder aantrekkelijk maken (bijv. maximum snelheid verlagen, drempels aanleggen)

Andersom hebben de activiteiten van weggebruikers ook invloed op de activiteiten van wegbeheerders, omdat de beheerders informatie krijgen over het aantal weggebruikers dat per tijdseenheid van een weg gebruik maakt. Als deze 'intensiteit' groter wordt, dan kan dit aanleiding geven tot het nemen van maatregelen, die vervolgens weer de routekeuze van weggebruikers kan beïnvloeden. Dit is weergegeven in figuur 2.2.

2.1.4 Intensiteit en capaciteit

Als een wegbeheerder files of veel congestie op een wegvak constateert, dan zal hij controleren of de capaciteit voldoende is om de intensiteit te verwerken. Als dat niet het geval is, kan hij overwegen om de capaciteit van het wegvak te vergroten. Het aanleggen van een extra rijstrook per richting zal bijvoorbeeld een hogere gemiddelde snelheid op een wegvak mogelijk maken, waardoor routes langs dit wegvak aantrekkelijker worden. Daardoor zal de intensiteit nog hoger worden.

Welk type kruispunt in een bepaalde situatie geschikt is, hangt mede af van de intensiteiten op de kruisende wegen in die situatie. De keuze verkeerslichten en een voorrangskruispunt wordt bijvoorbeeld bepaald door de intensiteit op de hoofdweg. Intensiteiten behoren dus tot de belangrijkste omgevingsfactoren die de geschiktheid van kruispunttypen bepalen. Niet alleen ten behoeve van de verkeersveiligheid, maar ook om een goede doorstroming van het verkeer te verzorgen.

2.1.5 Wegfunctie en wegomgeving

Als veel automobilisten een weg dwars door een winkelstraat in een dorp ('doortocht') gebruiken, dan zal de wegbeheerder proberen te bepalen wat de herkomst en de bestemming van die weggebruikers is. Als blijkt dat die weg de snelste route tussen twee steden vormt, dan heeft de weg vooral een verbindingsfunctie. Vervolgens zal de wegbeheerder vaststellen of die functie in overeenstemming is met de wegomgeving. Dit is hier niet het geval, omdat een verbindingsweg van regionaal belang niet in verblijfsgebied mag liggen.

Er is dus een maatregel noodzakelijk om de wegfunctie en de wegomgeving in overeenstemming met elkaar te brengen. In theorie is het mogelijk om de omgeving zodanig aan te passen dat de verbindingsfunctie behouden kan blijven: geluidsschermen aanbrengen, een voetgangersbrug over de weg bouwen en winkels die in de weg staan slopen.

In dit geval zal er eerder voor worden gekozen om de verbindingsfunctie op te heffen. Dit kan enkel door de weggebruikers te verleiden of te dwingen een andere route te kiezen. Een dwangmaatregel is het autovrij (of autoluw) maken van de winkelstraat, zodat het verkeer tussen de steden wel *moet* omrijden. De wegbeheerder kan er ook voor zorgen dat een andere route tussen de twee steden de meest aantrekkelijke route wordt. Die

2.1.6 Wegfunctie en wegcategorie

De functie van een weg moet niet alleen in overeenstemming zijn met de aard van zijn omgeving, maar ook met zijn categorie. Wegen van dezelfde categorie moeten dezelfde hoofdfunctie (verbinden, ontsluiten, toegang geven) op hetzelfde schaalniveau (nationaal, regionaal, lokaal) hebben. Bovendien hoort bij elke wegcategorie een verzameling inrichtingseisen. Deze eisen kunnen betrekking hebben op het dwarsprofiel, op het snelheidsregime en op de vorm van kruispunten met andere wegen. Wat het meest geschikte kruispunttype is, hangt dus ook af van de wegcategorie.

2.1.7 Bepalende omgevingsfactoren

Het SADT-schema in figuur 2.2 laat zien welke omgevingsfactoren in hoofdzaak bepalen welk kruispunttype het meest geschikt is: de intensiteiten op en de categorieën van de wegen die elkaar op het kruispunt ontmoeten. Het aantal rijstroken op de wegvakken hoort ook een afgeleide te zijn van de intensiteit en het snelheidsregime hoort ook een afgeleide te zijn van de wegcategorie. De maximumsnelheid en het aantal rijstroken beïnvloeden dus niet direct het gewenste kruispunttype, maar ze hebben wel bepalende factoren gemeenschappelijk.

Als aanvullende omgevingsfactor die niet in het schema staat, kan de inpasbaarheid in de omgeving van de kruisende wegen worden aangemerkt. Hoewel dit geen primaire bepalende factor voor het meest geschikte kruispunttype is, zal soms het meest veilige type niet inpasbaar zijn en zal voor een ander type gekozen worden.

2.2 Wat is een beslisboom?

2.2.1 Beslissingondersteunende techniek 2: De beslisboom

De schematechniek SADT is handig om beïnvloedingsrelaties tussen de activiteiten van actoren in kaart te brengen en om te beslissen welke factoren een activiteit (in dit geval 'Meest geschikte kruispunttype bepalen') moeten beïnvloeden. In dit type schema is echter geen ruimte voor 'als..., dan...'-relaties. Voor de beslissing wat het meest geschikte kruispunttype is, bestaat een techniek die dergelijke relaties wel bevat: de beslisboom.

In dit hoofdstuk wordt een beslisboom samengesteld waarmee het meest geschikte kruispunttype op een bepaalde locatie systematisch kan worden vastgesteld. Deze paragraaf behandelt op welke manieren deze beslisboom vormgegeven kan worden en welke systematiek de voorkeur verdient.

Op basis van diverse handleidingen, aanbevelingen en visies worden ja/nee-vragen over de omgeving van een huidig, onveilig kruispunt samengebracht in een beslisboom. Bij het samenstellen van de beslisboom is in eerste instantie niet uitgegaan van het huidige kruispunttype (controleren of het huidige kruispunttype aanvaardbaar is en met ongevalanalyse maatregelen voorstellen) maar van het meest wenselijke type. Als de grondvorm van dat type eenmaal is vastgesteld door het doorlopen van de beslisboom, dan kan de verkeerskundige in een detailontwerp de grondvorm inpassen in de werkelijke ruimte. Daarbij gaat bijvoorbeeld de hoek tussen de 'takken' een rol spelen en kan eventuele onteigening van gebouwen overwogen worden.

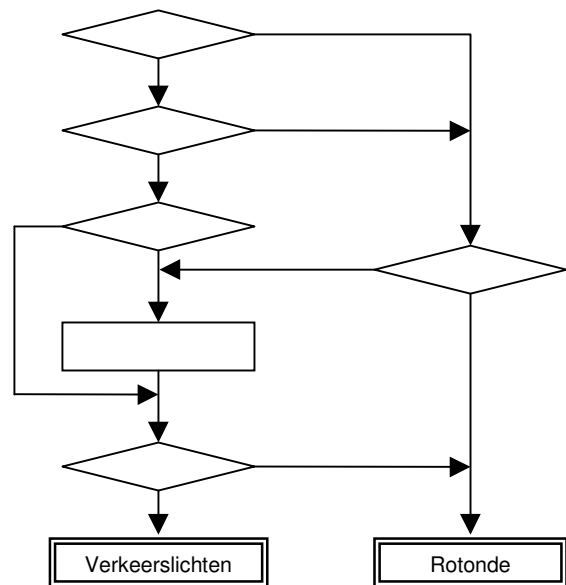
2.2.2 Ja/nee-vragen

Een voorbeeld van een eenvoudige beslisboom is afgebeeld in figuur 2.3 voor het geval dat er slechts twee kruispunttypen mogelijk zouden zijn. In elk van de ruitvormige vakjes staan een vraag over de omgeving van het kruispunt en de woordjes 'ja' en 'nee'. De gebruiker begint linksboven en volgt steeds de pijl die het vakje verlaat aan de hoek waar het juiste antwoord staat.

Aspecten die in de beslisboom de voorkeursoplossing zullen bepalen, betreffen voornamelijk de functies van en de intensiteiten op de takken die op het kruispunt aansluiten. Het zijn ook deze variabelen waarover in de beslisboom ja/nee-vragen gesteld zullen worden.

2.2.3 Het probleem: te veel voor één stroomdiagram

In tegenstelling tot het voorbeeld in figuur 2.3, waar de beslisboom bestaat uit slechts één stroomschema met twee mogelijke voorkeursoplossingen, is de werkelijkheid complexer. Er zijn veel meer dan twee kruispunttypen mogelijk en daarbinnen worden vaak nog enkele subtypen onderscheiden, zoals rotondes van verschillende omvang. Ook zijn er zeer veel relevante bronnen (normen, aanbevelingen en onderzoeksrapporten) beschikbaar. De ene bron heeft bijvoorbeeld als conclusie dat een bepaald kruispunttype in bepaalde situaties niet mogelijk is, een andere bron vergelijkt twee of drie kruispunttypen met elkaar op één aspect en een derde bron concludeert wat de enige aangewezen oplossing is in bepaalde omstandigheden.



Figuur 2.3 Beslisboom die één stroomschema omvat

Het is goed mogelijk gebleken om zo'n bron te vertalen in een stroomschema. Die vertaling moet er in het ideale geval toe leiden dat een gebruiker die snel het stroomschema doorloopt, tot dezelfde conclusie komt als de conclusie die hij getrokken zou hebben als hij de hele bron gelezen zou hebben. Het belangrijkste probleem is het combineren van de conclusies van de stroomschema's tot één voorkeursoplossing. Hieronder worden verschillende mogelijke systematieken beschreven om dit probleem op lossen.

2.3 Keuze van een systematiek

2.3.1 Systematiek 1: Een benadering in stappen

Enkele bronnen zijn vertaald naar stroomschema's die naar elkaar verwijzen. Samen moeten deze stroomschema's uitgroeien tot één volwaardige beslisboom. Een stroomschema dat als conclusie heeft dat een rotonde het meest geschikte kruispunttype is, kan volgens de benadering in stappen bijvoorbeeld verwijzen naar een stroomschema waar de meest geschikte diameter bepaald wordt. Achtereenvolgens moeten vier stappen doorlopen worden:

1. Allereerst wordt in een stroomschema de volgorde bepaald waarin de kruispunttypen op hun geschiktheid getoetst worden. Stel bijvoorbeeld dat bij een ontmoeting van twee gebiedsontsluitingswegen de voorkeur wordt gegeven aan een rotonde, of als dat niet mogelijk is aan een lichtengeregeld kruispunt. In het eerste stroomschema dat de gebruiker tegenkomt wordt hij in de juiste volgorde verwezen naar de relevante stroomschema's die tot de andere stappen behoren.
2. In de tweede stap wordt per kruispunttype bepaald of het op de betreffende locatie geschikt is. Zo worden enkele kruispunttypen getoetst totdat een geschikt type gevonden is.
3. Binnen sommige kruispunttypen worden enkele subtypen onderscheiden. Zo kunnen op rotondes de fietsers in of uit de voorrang gehouden worden en kan het aantal rijstroken variëren. Als de keuze op zo'n kruispunttype is gevallen, wordt verwezen naar een stroomschema van de derde stap waarin het meest geschikte subtype wordt bepaald.
4. Tot slot zou doorverwezen kunnen worden naar een stroomschema (of opsomming) waarin voor het gekozen (sub)type relevante inrichtingsrichtlijnen voor een verkeersveilig kruispuntontwerp worden samengevat.

Daarbij doet zich het probleem voor, dat soms slechts enkele kruispunttypen (stel A, B en C) in een onderzoek worden vergeleken. Stel dat in bepaalde situaties het onderzoek concludeert dat type A *van de drie onderzochte typen* het meest geschikt is, dan kan niet direct de eindconclusie worden getrokken dat type A in die situaties de voorkeursoplossing is. Het blijft immers mogelijk dat er een kruispunttype D bestaat dat veiliger is dan type A. Daarom luidt in zo'n geval de conclusie van het betreffende stroomschema slechts dat B en C ongeschikt zijn, omdat er minstens één beter alternatief mogelijk is. De conclusies worden dus negatief geformuleerd.

Indien echter verderop in de beslisboom blijkt dat type A fysiek onmogelijk is, dan moeten B en C opnieuw in beeld komen. De volgorde van de beslisboom moet daarom zodanig worden opgesteld dat deze begint met het uitsluiten van onmogelijke kruispunttypen en dat deze vervolgens de minder wenselijke kruispunttypen uitsluit. Het resultaat hiervan blijkt een chaotisch beeld op te leveren met te veel losse eindjes. In deze systematiek is geen ruimte voor nuances, voor afwegingen tussen verschillende beoordelingscriteria en voor het verwerken van elkaar tegensprekende bronnen.

2.3.2 Systematiek 2: Een werkblad

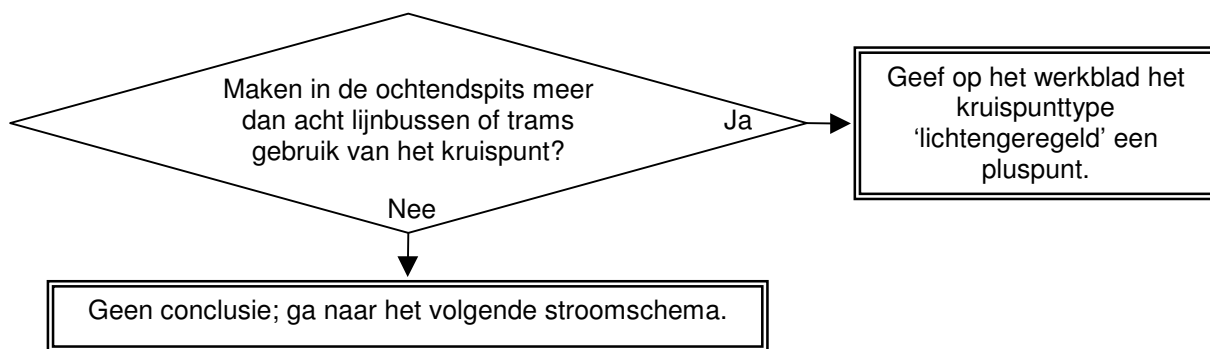
Een manier om de conclusies van de afzonderlijke stroomschema's te registreren is het invullen van een werkblad zoals in figuur 2.4. Zo kunnen – pas na het doorlopen van alle stroomschema's – die geregistreerde conclusies afgewogen worden, om zo tot een voorkeurstype te komen. Op dat werkblad worden voor een bestaand kruispunt de conclusies van de doorlopen stroomschema's genoteerd. Daarmee zijn de dilemma's van de volgordebepaling weggenomen, aangezien de uiteindelijke voorkeursoplossing onafhankelijk is gemaakt van de volgorde waarin de stroomschema's zijn doorlopen.

Werkblad bij beslissboom ter bepaling van het meest geschikte kruispunttype

Kruispunttype	Symbool	Plus- en minpunten					Netto Plusp.
Verkeerswisselaar / knooppunt							
Hollands complex / aansluiting							
Lichtengeregeld (gelijkvloers)							
Rotonde							
Minirotonde	9 < R < 12,5						
Compacte rotonde	12,5 < R < 20						
Grote rotonde	17,5 < R < 25						
Erfachtige inrichting (doortocht)							
Voorrangregeling / voorrangsweg							
Voorrangregeling							
Voorrangsweg							
Voorrang van rechts							
Rechts in, rechts uit							
Linksaf met rechtse							

Figuur 2.4 Werkblad bij de beslissboom ter bepaling van het meest geschikte kruispunttype

Een ander voordeel van de systematiek met een werkblad, is dat het hiermee mogelijk is om aan kruispunttypen en hun subtypen een plus- of minpunt toe te kennen. Als er bijvoorbeeld veel lijnbussen of trams van het kruispunt gebruik maken (zeg: meer dan acht per uur in de ochtendspits), dan verdient het lichtengeregelde kruispunt een pluspunt omdat dit kruispunttype prioriteit voor openbaar vervoer mogelijk maakt. Het stroomschema dat dit eenvoudige voorbeeld implementeert staat in figuur 2.5. Op dezelfde wijze kan een rotonde in veel gevallen een pluspunt krijgen omdat dit kruispunttype hoge snelheden fysiek onmogelijk maakt, wat de kans op ernstige ongevallen sterk verkleint.



Figuur 2.5 Stroomschema dat de mogelijkheid om prioriteit te geven aan openbaar vervoer belooft met een pluspunt

De stroomschema's kunnen aan de gebruiker de opdracht geven om een plus- of minteken in een leeg vakje achter het desbetreffende (sub)type te noteren. Ook kan de gebruiker de opdracht krijgen een regel op het werkblad door te strepen omdat het betreffende kruispunttype ongeschikt is. Als alle stroomschema's doorlopen zijn, wordt per type het aantal plus tekens geteld, het aantal mintekens daarvan afgetrokken en het resultaat in de rechterkolom geschreven. Het niet-doorstreepte kruispunttype met het hoogste netto aantal

Werkblad bij beslisboom ter bepaling van het meest geschikte kruispunttype

Kruispunttype	Symbool	Plus- en minpunten				Netto Plusp.
Verkeerswisselaar / knooppunt						
Hollands complex / aansluiting						
Lichtengeregeld (gelijkvloers)						
Rotonde		+	+			2
Minirotonde	9 < R < 12,5	-				-1
Compacte rotonde	12,5 < R < 20	+	+			2
Grote rotonde	17,5 < R < 25	-	+			0
Erfachtige inrichting (doortocht)						0
Voorrangregeling / voorrangsweg		+				1
Voorrangregeling						
Voorrangsweg		-				-1
Voorrang van rechts						

Figuur 2.6 Deel van een ingevuld werkblad

pluspunten is de voorkeursoplossing. Als meerdere kruispunttypen het hoogst scoren, zijn er ook meerdere voorkeursoplossingen. Een voorbeeld van hoe het werkblad ingevuld zou kunnen worden staat in figuur 2.6. In dit geval zou de eindconclusie zijn dat een rotonde met een buitendiameter tussen 25 en 40 meter de voorkeur verdient.

Deze systematiek heeft bovendien als voordeel dat hij erg flexibel is. Eventueel kan de gebruiker ervoor kiezen om bepaalde aspecten zwaarder te laten wegen door bijvoorbeeld twee tekens te noteren als het stroomschema de verkeersveiligheid betreft. Ook kunnen stroomschema's later eenvoudig worden toegevoegd met bronnen die nu nog niet beschikbaar zijn.

2.3.3 Systematiek 3: Een tabel

Een derde mogelijke systematiek om het beslissingsproces te ondersteunen is het opstellen van een tabel. Horizontaal en verticaal staan de weg categorieën (of wegfuncties) en in de cellen staan de mogelijke kruispunttypen. Er bestaan al veel van dergelijke tabellen. Daarin wordt echter geen rekening gehouden met niet-functionele eigenschappen van wegen zoals de intensiteiten. Een voorbeeld hiervan is tabel 2.1 uit de beginjaren van de Nederlandse verkeersveiligheidsvisie Duurzaam Veilig.

Tabel 2.1 Voorkeurstypen afhankelijk van de wegtypen die er samenkomen [Hansen, 2000, p. 12]

	Verblijfsstraat	Ontsluitingsweg	Verbindingsweg
Verblijfsstraat	Kruising of T-splitsing	Uitritconstructie	Mag niet voorkomen
Ontsluitingsweg	Uitritconstructie	Mini-rotonde	Ronde
Verbindingsweg	Mag niet voorkomen	Ronde	Ongelijkvloers

Ook voor de Vlaamse situatie zijn dergelijke tabellen gemaakt. TV 3V heeft in de niet-openbare Leidraad Veilig Verkeer Vlaanderen twee tabellen opgenomen waarin schematisch de mogelijke kruispuntoplossingen zijn weergegeven. Tabel 2.2 (op ware grootte in bijlage 6) is volledig gebaseerd op het document 'Implementatie van de weg categorisering; Handboek voor secundaire wegen' van Tritel NV en Iris Consulting van december 2003.

Tabel 2.2 Tabel uit het Handboek voor secundaire wegen, zie bijlage 6 [TV 3V, 2005, p. 53-54, niet openbaar]

weg- categorie	regime	bijkant- buiske	snelheids- regime	primaire wegen		In- en uitritten primaire wegen en hoofdwegen	secundaire wegen			lokale wegen					
				I	II		I	II	II	LT: links verbindingsweg	LAF: geleidelijk overweging	LAF: rechtsaanrijding	LT: oversteking		
primaire wegen	1	1	afdoelweg	100km/h											
	2	2	afdoelweg	100km/h											
	3	3	afdoelweg	110km/h (B7)											
	4	3	afdoelweg	110km/h											
	5	4	afdoelweg	90 km/h											
	6	4	afdoelweg	70 km/h											
	7	4	afdoelweg	70 km/h											
	8	4	weg met gemiddeld verkeer	60 km/h											
secundaire wegen	1	4	afdoelweg	90 km/h											
	2	5	gemengd	90 km/h											
	3	6	gemengd	70 km/h											
	4	6	gemengd	70 km/h											
	5	6	gemengd	60 km/h											
	6	5	gemengd	90 km/h											
	7	6	gemengd	70 km/h											
	8	6	gemengd	70 km/h											
	9	6	gemengd	60 km/h											
	10	6	gemengd	90 km/h											
	11	6	gemengd	70 km/h											
	12	6	gemengd	70 km/h											

Voorkeurontwerpsituatie
 Alternatieve ontwerpsituatie
* KT-ontwerpsituatie Veilig Verkeer Vlaanderen

Voorkeuroplossing
 Mogelijke oplossing, enkel als voorkeuroplossing niet kan
1 Enkel toegelaten indien snelheidsverlaging tot 70 km/u ter hoogte van kruispunt
2 Enkel indien doorstroming voor het openbaar vervoer en veiligheid voor het fietsverkeer is gegarandeerd

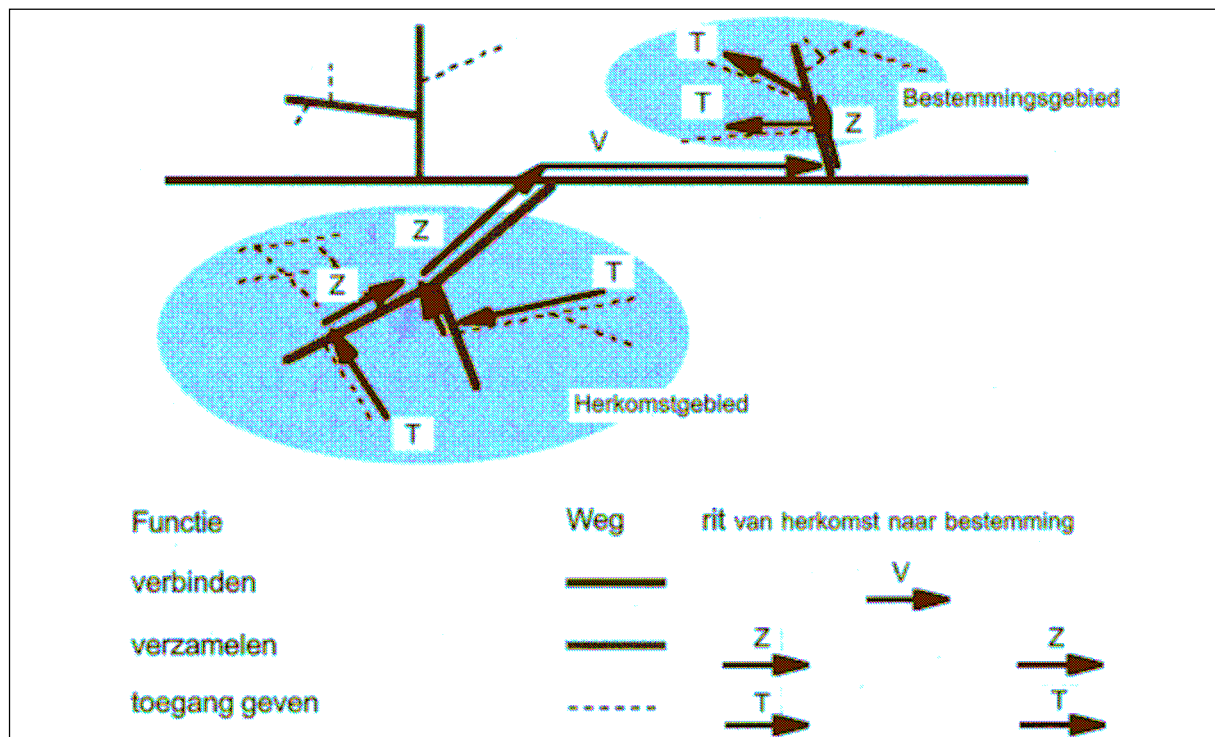
Deze tabel bevat niet de kruisingen van lokale wegen met lokale wegen, maar verder lijkt deze tabel al gedeeltelijk te beantwoorden aan het doel: voor elke kruising van wegtypen is snel zichtbaar welke oplossingen mogelijk zijn. Als het kruispunt al de vorm van één van die mogelijke oplossingen heeft, is aanleg van een nieuw kruispunttype niet nodig en moet de verkeersveiligheid verbeterd worden door kleinere aanpassingen aan het kruispunt. Als het huidige kruispunt van een ander type is, dan dient men – indien mogelijk – te kiezen voor de voorkeuroplossing (steeds het linker symbool in de tabelcel).

Tabel 2.3 is samengesteld na intern overleg binnen TV 3V. Ook op ware grootte (in bijlage 7) is de tekst in deze tabel slecht leesbaar, maar in tabel 2.12 worden de gebruikte wegcategorieën herhaald. De voorgestelde oplossingen voor de kruising van primaire wegen met de andere weg categorieën (de bovenste vier regels in tabel 2.3) zijn gebaseerd op “eigen ervaringen met de opmaak van streefbeeld voor primaire wegen”. De oplossingen voor de kruising van lokale wegen met andere lokale wegen (de onderste zes regels) zijn eveneens het resultaat van ervaringen. [TV 3V, 2005, p. 51]

Door het gebruik van een tweedimensionale tabel wordt impliciet verondersteld dat de wegen die elkaar ontmoeten nooit tot meer dan twee verschillende categorieën behoren.

de capaciteit hoog en het inhalen eenvoudig is. Bij voorkeur liggen autosnelwegen niet in bebouwd gebied, zodat verkeershinder wordt voorkomen. Maar door die ligging bevinden herkomst en bestemming zich altijd op enige afstand van de autosnelweg. Ook de geldende verkeersregels houden verband met die functie: de maximum snelheid is er hoog, van rechts invoegend verkeer moet voorrang geven en langzaam verkeer mag geen gebruik maken van de autosnelwegen.

Op het laagste niveau in de functionele hiërarchie staan de wegen die direct toegang geven tot plaatsen van herkomst of bestemming. Huizen, kantoren en winkels grenzen aan deze wegen, die meestal gekenmerkt worden door weinig of geen doorgaand verkeer en lage capaciteit, veel oversteekbewegingen, veel langzaam verkeer en ligging in bebouwd verblijfsgebied. De verkeersfunctie van de weg is er ondergeschikt aan de verblijfsfunctie.



Figuur 2.7 Schematische voorstelling van functies van wegen [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 478]

2.4.2 Tussenvormen: verzamelen of ontsluiten

Wegen van het laagste niveau zullen nooit direct aansluiten op wegen van het hoogste niveau. Tussen die twee niveaus bevinden zich wegen die als primaire functie het verzamelen binnen de herkomstgebieden hebben. Zo kan langeafstandsverkeer – dat afkomstig is van veel wegen onderaan de hiërarchie – gebundeld ('verzameld') worden tot op autosnelwegen. Vervolgens kunnen de weggebruikers het grootste deel van hun rit snel afleggen tot een afrit in de buurt van de bestemming. Daar neemt men een weg die als functie het distribueren binnen de bestemmingsgebieden heeft. De functies verzamelen en distribueren worden samen de verzamelfunctie of de gebiedsontsluitingsfunctie genoemd. "Verzamelen" en "ontsluiten" worden hier als synoniemen beschouwd. De drie functies verbinden, verzamelen en toegang geven zijn in figuur 2.7 schematisch weergegeven.

2.4.3 Elke weg één functie

Veel wegen combineren meer dan één functie in zich. Denk bijvoorbeeld aan een lintdorp waar de weg direct toegang geeft aan de huizen, maar ook doorgaand verkeer verwerkt tussen een ander dorp en de snelweg. Dit is helaas een veel voorkomende, maar zeer onwenselijke situatie. Eigenlijk zou elke weg één functie moeten hebben en moet het gebruik voor andere functies aan banden worden gelegd: geen toegangen tot privé-domein langs verbindingswegen en geen hoge snelheden waar wel erftoegangen zijn.

Eén van de principes van de verkeersveiligheidsvisie Duurzaam Veilig is een functioneel ingedeeld wegennetwerk waarin elke weg slechts één functie vervult: een stroomfunctie, een ontsluitingsfunctie of een erftoegangsfunctie. Omdat een beslisboom voor Vlaamse kruispunten wordt gemaakt, kan men niet om de feitelijke Vlaamse wegategorisering heen. Maar in België vallen jaarlijks meer dan twee maal zoveel verkeersslachtoffers per 100.000 inwoners als in Nederland. [www.ikbenvoor.be] Bovendien daalde het aantal verkeersdoden in Nederland tussen 2004 (881) en 2005 (817) met 7%. [SWOV, 2006, p. 1]

Bij de kruisingen van wegcategorieën worden in Nederland ontmoetingen met hoge snelheids- en massaverschillen uitgesloten. De geldende Duurzaam Veilig-eis voor kruisingen van gebiedsontsluitingswegen onderling is bijvoorbeeld een rotonde. [Wegman en Aarts, 2005, p. 88] Om zo'n eis te kunnen vertalen naar één of meer Vlaamse wegcategorieën vindt in de volgende paragrafen een analyse van de categorieën uit beide landen plaats.

2.5 Wegwijs worden in het woud van wegcategorieën in Nederland

2.5.1 Inleiding

Doel van de categorisering is onder meer het bevorderen van de verkeersveiligheid, omdat het de herkenbaarheid en homogeniteit kan vergroten. Als verkeersdeelnemers precies weten van wat voor soort weg ze gebruik maken, dan weten ze ook beter welk gedrag van hen verwacht wordt en welk gedrag ze van andere weggebruikers kunnen verwachten. De keuze onder welke categorie een weg moet worden ingedeeld, is afhankelijk van de gewenste verkeersfunctie binnen een ruimtelijke structuur. [Hansen, 2000, p. 16]

Wegen kunnen worden ingedeeld op basis van de volgende aspecten:

- Beheerder (rijksweg, gewestweg, provinciale weg)
- Ligging (stedelijke en landelijke wegen, buiten of binnen de bebouwde kom)
- Functie van de weg in het wegennet (stroomweg, ontsluitingsweg, erftoegangsweg)
- Vorm (autosnelweg, autoweg, steenweg)
- Snelheidsregime (70/80-kilometerweg, zone 30)

Zowel in Nederland als in Vlaanderen wordt de categorisering van wegen tegenwoordig vooral gebaseerd op de functie van de weg (verbinden, verzamelen/ontsluiten, toegang geven) en op de functie van de omgeving van de weg (ligging binnen de bebouwde kom of buiten de bebouwde kom). Het resultaat van de wegategorisering verschilt echter tussen Nederland en Vlaanderen. Nederlandse normen en aanbevelingen welk kruispunttype geschikt is in welke situatie, zijn gebaseerd op de Nederlandse categorisering en kunnen daardoor niet zonder meer toegepast worden op Vlaamse kruispunten. Om die vertaalslag te kunnen maken is het nodig om wegwijs te worden in de wegcategorieën aan beide zijden van de grens. In deze paragraaf komt de categorisering in Nederland aan bod.

2.5.2 Categorieën voor Duurzaam Veilig

Voordat Duurzaam Veilig een categorisering voorschreef, was er in Nederland nog geen algemeen aanvaarde en voor verschillende doeleinden bruikbare categorie-indeling voor wegen binnen de bebouwde kom. In tabel 2.4 staat de categorie-indeling die de RONA-Basiscriteria in 1992 gaven voor wegen buiten de bebouwde kom. [Hansen, 2000, p. 19]

Tabel 2.4 Categorie-indeling voor wegen buiten de bebouwde kom volgens de RONA-Basiscriteria van 1992

Categorie	Naam	Functie	Ontwerpsnelheid
A	I Autosnelwegen	Hoogste	120 km/h
A	II Stadsautosnelwegen	Hoogste	90 km/h
B	III Autowegen (1 baan)	H./M.	100 km/h
B	IV Autowegen (2 banen)	Middelste	100 km/h
C	V Gesloten voor (deel) langzaam verkeer	M./L.	80 km/h
C	VI Gesloten voor (deel) langzaam verkeer	M./L.	60 km/h
D	VII Wegen voor alle verkeer	Laagste	<60 km/h
D	VIII Wegen voor alle verkeer	L.(ontsluiting)	<60 km/h

2.5.3 Categorieën sinds Duurzaam Veilig

Duurzaam Veilig is een Nederlandse verkeersveiligheidsvisie met preventie als uitgangspunt. Vereenvoudiging van de weginfrastructuur moet fouten voorkomen en ertoe leiden dat de weggebruiker als vanzelf het gewenste gedrag vertoont. En gebeurt er toch een ongeval, dan worden de gevolgen ervan zoveel mogelijk beperkt. De infrastructuur sluit ontmoetingen met grote verschillen in richting, snelheid en massa uit, en maakt duidelijk welk gedrag van de verkeersdeelnemer wordt verwacht. Om dit gedrag op te roepen moet in ieder geval het aantal te onderscheiden wegcategorieën beperkt zijn, wat de herkenbaarheid vergroot. [www.swov.nl] Vooral dat laatste staat in schril contrast tot de Vlaamse categorisering.

Duurzaam Veilig onderscheidt binnen de bebouwde kom twee functionele categorieën (erftoegangswegen en gebiedsontsluitingswegen) en buiten de bebouwde kom drie categorieën (erftoegangswegen, gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen). Deze wegcategorieën staan in tabel 2.5. Elke categorie vervult een specifieke functie en vraagt daarbij van de weggebruiker een bepaald verkeersgedrag. Om dat gedrag op te roepen stelt Duurzaam Veilig expliciete eisen aan inrichting, gebruik en functie van deze wegen. [CROW, 2004, p. 10] Nagenoeg alle wegbeheerders in Nederland hebben hun wegen als zodanig gecategoriseerd en de inrichting wordt gefaseerd aangepakt. [CROW, 2004, p. 7]

Tabel 2.5 Wegcategorieën volgens de Duurzaam Veilig voorschriften [CROW, 2004, p. 13]

Wegcategorie		Binnen/buiten de bebouwde kom	Maximum snelheid
Stroomwegen	SW120	bubeko	120 km/h
Stroomwegen	SW100	bubeko	100 km/h
Gebiedsontsluitingswegen	GOW80	bubeko	80 km/h
Gebiedsontsluitingswegen	GOW70	bibeko	70 km/h
Gebiedsontsluitingswegen	GOW50	bibeko	50 km/h
Erftoegangswegen	ETW60	bubeko	60 km/h
Erftoegangswegen	ETW30	bibeko	30 km/h
Erftoegangswegen	woonerf	bibeko	stapvoets

2.5.4 Essentiële Herkenbaarheidkenmerken

In figuur 2.8 zijn voorbeelden van de drie categorieën buiten de bebouwde kom weergegeven. Deze drie categorieën worden hierna besproken. Elke wegcategorie heeft unieke kenmerken, de zogenaamde Essentiële Herkenbaarheidkenmerken (EHK). Deze kenmerken betreffen voornamelijk de verschillende wegmarkeringen. Het opstellen van deze kenmerken was een belangrijk onderdeel van het Startprogramma Duurzaam Veilig. De bedoeling is dat daardoor voor de weggebruiker duidelijk wordt op wat voor categorie weg hij rijdt en welk bijbehorend (snelheids)gedrag er van hem wordt verwacht. [www.crow.nl/wegontwerp]



Figuur 2.8 Een stroomweg (100 km/h), een gebiedsontsluitingsweg (80 km/h) en een erftoegangsweg (60 km/h)

2.5.5 Nationale stroomwegen

Stroomwegen zijn de wegen waar doorgaand verkeer snel verwerkt wordt. Bij stroomwegen worden 2 types onderscheiden: nationale stroomwegen en regionale stroomwegen.

De nationale stroomwegen vormen in Nederland het wegennet van het hoogste niveau en voorzien primair in verplaatsingen tussen landsdelen en bijbehorende economische en culturele centra. Ze sluiten bovendien aan op de hoofdwegennetten van België en Duitsland, zodat ze ook voor internationale verplaatsingen gebruikt kunnen worden. Daarnaast worden nationale stroomwegen gebruikt voor verplaatsingen over kortere afstanden tussen regio's of tussen verschillende stadsdelen, hoewel ze daar niet voor bedoeld zijn. Nationale stroomwegen worden vormgegeven als autosnelwegen met 2x2 of meer rijstroken [www.crow.nl/wegontwerp]. In Nederland is de ontwerprijrichtlijn voor deze autosnelwegen 'De Richtlijnen Ontwerp Autosnelwegen' (ROA). Voor alle andere wegen buiten de bebouwde kom (regionale stroomwegen, gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen) is er het Handboek Wegontwerp.

2.5.6 Regionale stroomwegen

Regionale stroomwegen vormen verbindingen tussen regio's en bijbehorende centra. De regionale stroomwegen vullen het net van nationale stroomwegen aan op relaties waar geen nationale stroomwegen nodig zijn, om ook daar te zorgen voor voldoende dicht stroomwegennetwerk. De (afwikkelings)kwaliteit van de regionale stroomweg mag iets lager zijn dan van de nationale stroomwegen. [www.crow.nl/wegontwerp] In principe worden ze uitgevoerd met 2x1 rijstrook, zodat vrachtauto's als mobiele snelheidsremmers fungeren. Regionale stroomwegen worden voorzien van een middenberm of van een doorgetrokken dubbele middenstreep met groene vulling, zoals in figuur 2.9.



Figuur 2.9 Twee typen regionale stroomwegen [www.crow.nl/wegontwerp]

2.5.7 Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom

De Nederlandse wegcategory 'gebiedsontsluitingsweg' staat voor wegen met een ontwerpsnelheid van 80 km/h, een moeilijk overrijdbare scheiding van de rijrichtingen, obstakelvrije bermen en geen snelheidbeperkende maatregelen, waar autoverkeer gescheiden is van fietsers, bromfietzers en overig langzaam verkeer. Binnen deze category worden twee typen onderscheiden:

- Type I heeft 2x2 rijstroken
- Type II heeft 2x1 rijstrook [CROW, 2000a, p. 79]

De erftoegangswegen zijn binnen het netwerk de wegen van de laagste orde en zorgen voor de ontsluiting van de erven of (recreatie)gebieden en specifieke bestemmingen. Een weg met een erftoegangsfunctie faciliteert het verblijf. Om intensiteitredenen is het noodzakelijk binnen de category erftoegangswegen twee wegtypes te onderkennen.

2.5.8 Erftoegangswegen buiten de bebouwde kom



Figuur 2.10 Twee typen erftoegangswegen: links ETW type I en rechts ETW type II [www.crow.nl/wegontwerp]

De erftoegangswegen zijn binnen het netwerk de wegen van de laagste orde en zorgen voor de ontsluiting van de "erven of (recreatie)gebieden en specifieke bestemmingen" [www.crow.nl/wegontwerp]. Om intensiteitredenen is het noodzakelijk om ook binnen de category erftoegangswegen twee wegtypes te onderkennen: ETW type I en ETW type II.

Een erftoegangsweg van het type I ontsluit relatief grote gebieden, bijvoorbeeld een kern of bedrijventerrein. De belangrijkste kenmerken zijn de onderbroken kantmarkering en geen asmarkering. Een voorbeeld is links in figuur 2.10 afgebeeld. Type II erftoegangswegen zijn smalle plattelandswegen en dienen hoofdzakelijk enkele landbouwgronden te ontsluiten. Zoals rechts in figuur 2.10 te zien is, hebben deze wegen helemaal geen markering.

2.5.9 Snelheidsklassen in de categorisering

Ingo Hansen stelde in zijn SWOV-essay "Duurzaam Veilig 2: van infrastructuurbeleid naar intelligent sturen" het historisch ontstane stelsel met acht verschillende snelheidsklassen ter discussie. [Hansen, 2005, p. 81] Bovendien pleitte hij voor de introductie van een categorie stroomwegen binnen de bebouwde kom die gekenmerkt worden door rijbaanscheiding, ongelijkvloerse kruisingen en een toegestane snelheid van 70 km/uur. Hij stelde de indeling in tabel 2.6 voor.

Tabel 2.6 Door Ingo Hansen voorgestelde wegcategorieën [Hansen, 2005, p. 82]

Wegcategorie		Binnen/buiten bebouwde kom	Maximum snelheid
Stroomwegen	SW120	bubeko	120 km/h
Stroomwegen	SW70	bibeko	70 km/h
(Gebiedsontsluitingswegen	GOW90	bubeko	90 km/h)
Gebiedsontsluitingswegen	GOW70	bubeko	70 km/h
Gebiedsontsluitingswegen	GOW50	bibeko	50 km/h
Erftoegangswegen	ETW50	bubeko	50 km/h
Erftoegangswegen	ETW30	bibeko	30 km/h

Om tegemoet te komen aan het voorstel van Ingo Hansen om de snelheidslimieten ter discussie te stellen, presenteerde de SWOV in het boek 'Door met duurzaam veilig' eind 2005 een eerste 'proeve van een stelsel veilige snelheden' (zie tabel 2.7). Ook de voorgestelde stedelijke stroomweg is hierin opgenomen.

Tabel 2.7 Een proeve van een stelsel veilige snelheden [Wegman en Aarts, 2005, p. 93]

Binnen/buiten bebouwde kom	Wegcategorie	Veilige snelheid
Wegvakken bubeko	Stroomweg	120 km/h
	Gebiedsontsluitingsweg met fysieke rijrichtingscheiding	80 km/h
	Gebiedsontsluitingsweg zonder fysieke rijrichtingscheiding	70 km/h
	Erftoegangsweg	40/60/80
Kruisingen bubeko	GOW en ETW zonder langzaam verkeer	50 km/h
	GOW en ETW met langzaam verkeer	30 km/h
Wegvakken bibeko	Stroomweg	70 km/h
	Gebiedsontsluitingsweg	50 km/h
	Erftoegangsweg	30 km/h
Kruispunten bibeko	Gebiedsontsluitingsweg	50 km/h
	Erftoegangsweg	30 km/h

2.6 Wegwijs worden in het woud van wegcategorieën in Vlaanderen

2.6.1 Inleiding

Tot voor kort bestonden er in Vlaanderen nog geen algemeen geldende afspraken over de categorisering. In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen werd een voorstel gedaan voor een functionele categorisering van het wegennet. Deze is gebaseerd op het selectief prioriteit geven aan bereikbaarheid of leefbaarheid en staat niet in relatie tot de indeling naar wegbeheerder. [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 478] Door op een aantal wegen prioriteit te verlenen aan de bereikbaarheid ontstaat een patroon van wegen dat voor de omgevende ruimte verkeersontlastend werkt. [Donné, 2004, p. 3]

Functioneel worden er grofweg drie hoofdfuncties onderscheiden: de verbindingfunctie in verkeersgebied, de gebiedsontsluitingsfunctie in overgangsgebied en de erftoegangfunctie in verblijfsgebied [TV 3V, 2005]. In het structuurplan wordt onderkend dat een volledige scheiding van functies en gebruikers de grootste veiligheid en de beste bereikbaarheid zou geven, maar in de praktijk moeilijk te realiseren is. Dezelfde wegeninfrastructuur vervult immers verschillende functies voor verschillende gebruikers. [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 479]

2.6.2 Hoofdcategorieën

Men kwam op het volgende overzicht van de categorieën met de gewenste functies van de wegen.

Tabel 2.8 Categorieën met gewenste functies uit het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 479] [Dreesen en Cuyvers, 2003, p. 41]

Categorie	Hoofdfunctie	Aanvullende functie	Inrichting
Hoofdweg	Verbinden op internationaal niveau	Verbinden op Vlaams niveau	<ul style="list-style-type: none"> Autosnelweg naar Europese normen (2x3 of 2x2 rijstroken)
Primaire weg categorie I	Verbinden op Vlaams niveau	Verzamelen op Vlaams niveau	<ul style="list-style-type: none"> (Stedelijke) autosnelweg Autoweg (2x2 of 2x1) Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling
Primaire weg categorie II	Verzamelen op Vlaams niveau	Verbinden op Vlaams niveau	<ul style="list-style-type: none"> Autoweg (2x2 of 2x1) Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling
Secundaire weg	Verbinden en/of verzamelen op lokaal en bovenlokaal niveau	Toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> Weg (2x1 of 2x2) niet noodzakelijk met gescheiden verkeersafwikkeling Doortochten in bebouwde kom
Lokale weg	Toegang geven		<ul style="list-style-type: none"> Weg (2x1) met gemengde verkeersafwikkeling

Blijkbaar heeft men in Vlaanderen niet aan elke weg slechts één functie willen toewijzen, terwijl in Nederland wel elke weg als een stroomweg, gebiedsontsluitingsweg of erftoegangsweg is gecategoriseerd. Ook opvallend is dat een weg niet tegelijk een hoofdweg en een primaire weg kan zijn en dat binnen een subcategorie verschillende inrichtingsvormen mogelijk zijn. Er is volgens tabel 2.8 geen één-op-één-relatie tussen categorie en vorm: twee wegen van dezelfde subcategorie kunnen verschillend ingericht zijn en twee wegen van een verschillende categorie kunnen er juist hetzelfde uitzien.

2.6.3 Hoofdwegen

De Vlaamse hoofdwegen worden uitgevoerd als autosnelwegen waarvan de ontwerpsnelheid hoger dan 100 km/h dient te zijn. Hoofdwegen zijn enkel toegankelijk voor gemotoriseerde weggebruikers. Er zijn geen toegangsmogelijkheden tot particulier terrein. De afwikkelingskwaliteit moet beter zijn voor het hoofdwegennet dan voor de primaire wegen. Niet alleen omdat files op het hoofdwegennet de economische ontwikkeling verslechteren, maar ook ten behoeve van de verkeersveiligheid.

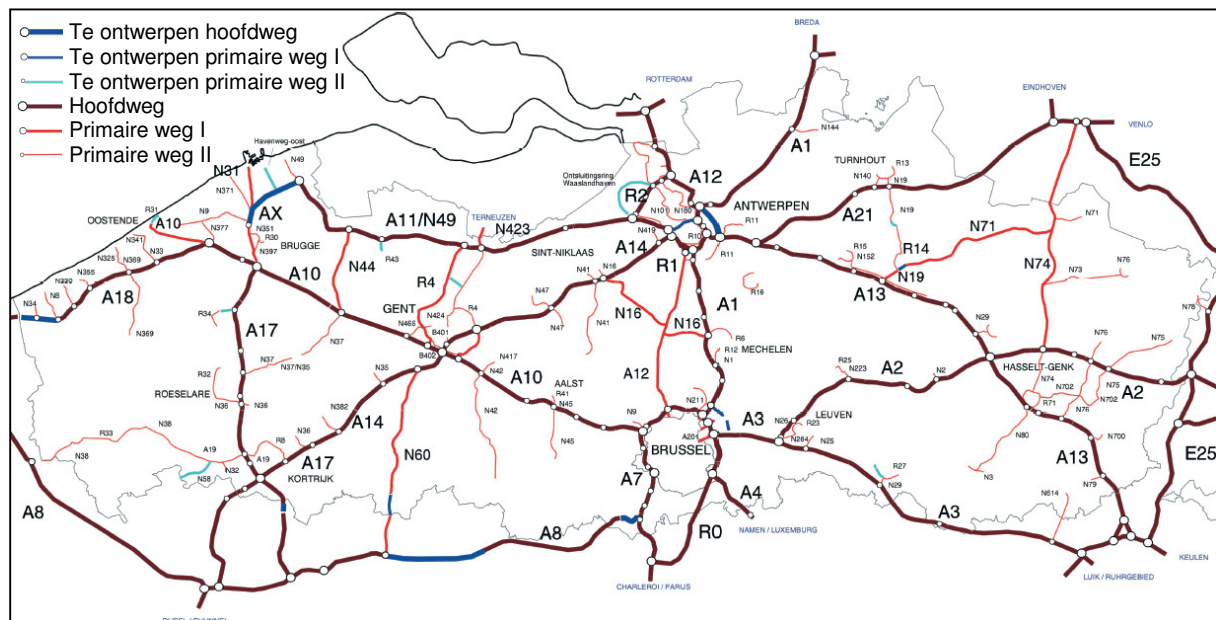
“Autosnelwegen zijn meer dan 4 maal zo veilig als gewone gewestwegen. De relatief gunstiger afwikkelingskwaliteit heeft een aantrekkelijk effect (beïnvloeding van de routekeuze), wat leidt tot minder verkeer op de secundaire wegen en op de lokale wegen. Hierdoor neemt de totale verkeersveiligheid toe en neemt de omgevingshinder langs de secundaire en lokale wegen af.” [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 488]

2.6.4 Primaire wegen I

De ontwerpsnelheid van primaire wegen van de eerste categorie (primaire wegen I) is 100 km/h of lager. Er zullen geen nieuwe toegangen tot erven worden aangebracht, maar het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen laat wel de mogelijkheid open dat bestaande erfontsluitingen kunnen blijven en worden heringericht.

Er zijn in principe twee uitvoeringsvormen mogelijk:

- Autoweg: Afhankelijk van de verkeersintensiteit kan de autoweg uitgevoerd zijn als 2x2 rijstroken of 2x1 rijstrook.
- Stedelijke autosnelweg: “Binnen stedelijke gebieden kan het aangewezen zijn te kiezen voor een uitvoering als een stedelijke autosnelweg, waarbij het verkeersregime hetzelfde is als op de autosnelwegen, maar de ontwerpstandaarden lager liggen.” [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 490]



Figuur 2.11 Hoofdwegen en primaire wegen in en rond Vlaanderen [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 486]

2.6.5 Primaire wegen II

In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen worden binnen de primaire wegen van de tweede categorie (primaire wegen II) vier 'ruimtelijke typen' onderscheiden. Een weg van het type 1 verzorgt de verbindings- en verzamel functie "binnen een grootstedelijk gebied of een poort". Een weg van type 2 of 3 verzamelt "binnen een regionaalstedelijk of kleinstedelijk gebied". Type 4 wordt beschreven als een "aansluiting (= op- en afrittencomplex) die een verzamel functie verzorgt voor een kleinstedelijk gebied, overig economisch knooppunt of voor een stedelijk of economisch netwerk op internationaal en Vlaams niveau" [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 482]. Bij dit laatste type gaat het dus niet om een gewone weg, maar slechts om een aansluiting waar secundaire wegen met een hoofdweg of met een primaire weg van de eerste categorie worden verbonden.

In figuur 2.11 zijn de huidige en toekomstige hoofdwegen en primaire wegen in Vlaanderen afgebeeld. De selectie van primaire wegen II kan overigens nog aangepast worden door de provincies.

2.6.6 Secundaire wegen

Voorop secundaire wegen doet zich het probleem voor dat ze meerdere functies hebben die zich niet goed met elkaar laten verenigen. Enerzijds hebben ze een verzamel- en/of verbindingsfunctie op (boven)lokaal niveau, maar anderzijds geven ze lokaal direct toegang tot "activiteiten" langs deze wegen. Deze dubbelfunctie is mede een gevolg van de lintbebouwing langs wegen die bedoeld waren om dorpen en steden met elkaar te verbinden.

Er worden vier typen secundaire wegen onderscheiden:

1. Een weg van type 1 verzorgt weliswaar een verbindende functie, maar niet op Vlaams niveau en is daarom niet aangeduid als primaire weg I.
2. Een secundaire weg van type 2 verzorgt een verzamel functie naar het hoofdwegenet, maar kan niet als primaire weg II worden geselecteerd. "De bestaande structuur van de weg kan niet worden aangepast aan de inrichtingscriteria voor primaire wegen II binnen het bestaand tracé en het is, uitgaande van de ruimtelijke criteria, onverantwoord een nieuw tracé te kiezen." [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 483]
3. Een weg van het derde type heeft een verzamel functie voor een gebied dat op Vlaams niveau niet belangrijk is en kan daarom niet als primaire weg II geselecteerd worden.
4. Een secundaire weg van type 4 had oorspronkelijk vooral een verbindende functie op Vlaams niveau als 'steenweg'. Deze functie is inmiddels door een parallelle autosnelweg overgenomen. "Momenteel heeft de weg een verbindings- en verzamel functie op (boven)lokaal niveau en vaak ook een toeganggevende functie." [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 483]

De secundaire wegen worden in de provinciale ruimtelijke structuurplannen geselecteerd. Het Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan West-Vlaanderen onderscheidt – los van de vier hierboven genoemde typen – drie subcategorieën binnen de categorie 'secundaire wegen'. Deze drieledige subcategorisering is volgens de provincie nodig omdat juist tussen de primaire weg II en de lokale weg een breed spectrum bestaat van wegen met een grote samenloop van verbindende, verzamelende en toegangverlenende verkeersfuncties. "Veel meer dan in de buurlanden heeft Vlaanderen een verspreid kernenpatroon. Bovendien zijn de gevolgen van het gebrek aan ruimtelijke planning in de laatste decennia ook van invloed." [Provincie West-Vlaanderen, 2001]

De provincie stelt de onderverdeling van secundaire wegen voor die in tabel 2.9 is weergegeven.

Tabel 2.9 Subcategorieën van secundaire wegen met gewenste functies uit het Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan West-Vlaanderen [Provincie West-Vlaanderen, 2001]

Categorie	Hoofdfunctie	Aanvullende functie	Inrichting
Secundaire weg I	Verbinden op bovenlokaal (en lokaal) niveau	Verzamelen en toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> • Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling • Doortochten in bebouwde kom
Secundaire weg II	Verzamelen op bovenlokaal (en lokaal) niveau	Verbinden en toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> • Weg (2x1) niet noodzakelijk met gescheiden verkeersafwikkeling • Doortochten in bebouwde kom
Secundaire weg III	Verbinden voor openbaar vervoer en fietsverkeer op bovenlokaal (en lokaal) niveau	Verbinden en verzamelen voor autoverkeer; toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> • Weg (2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling waar noodzakelijk voor een gegarandeerde doorstroming van OV en fiets • Doortochten in bebouwde kom

2.6.7 Lokale wegen

Net als op secundaire wegen moet de kwaliteit van de doorstroming op lokale wegen ondergeschikt zijn aan de verkeersleefbaarheid. Op lokale wegen hoeft de functie 'toegang geven' niet te worden afgebouwd of gescheiden. "Lokale wegen zijn wegen waar het toegang geven de belangrijkste functie is." Althans, dat zegt het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. Ook binnen deze hoofdcategorie is in Vlaanderen een subcategorisering aangebracht. De werkgroep Categorisering Lokale Wegen van de administratie Wegen en Verkeer (AWV) heeft aanbevelingen gedaan voor de inrichting van verschillende categorieën lokale wegen. [Donné, 2004, p. 27]. Opnieuw worden drie functies onderscheiden: verbinden, ontsluiten en toegang geven. Uit tabel 2.10 blijkt dat het toegang verlenen niet bij alle lokale wegen een hoofdfunctie is, zoals in tabel 2.8 nog wel werd voorgeschreven.

Tabel 2.10 Subcategorieën van lokale wegen met gewenste functies [Donné, 2004, p. 2-3]

Categorie	Hoofdfunctie	Aanvullende functie	Inrichting
Lokale weg I (Lokale verbindingsweg)	Verbinden op lokaal niveau	Ontsluiten en toegang geven	
Lokale weg II (Lokale gebiedsontsluitingsweg)	Ontsluiten op lokaal niveau	Verbinden en toegang geven	
Lokale weg III (Erftoegangsweg)	Verblijven	Toegang verlenen tot aanpalende percelen	<ul style="list-style-type: none"> • Niet-bestemmingsverkeer weren

Voor het woordje 'gebied' in de benaming 'lokale gebiedsontsluitingsweg' kunnen ook meer specifieke woorden worden ingevuld, zoals 'stad', 'wijk', 'buurt', 'centrum' of 'campus'.

Binnen de subcategorie lokale weg III worden weer drie subtypen onderscheiden, afhankelijk van de omgeving van de weg:

- A. Een erftoegangsweg gelegen in verblijfsgebied wordt een 'woonstraat' of 'winkelstraat' genoemd.
- B. Een erftoegangsweg gelegen in het buitengebied wordt 'landelijke weg' of 'fietsweg' genoemd. "Hoofdfunctie van de weg is toegang geven tot de aanpalende percelen en het ontsluiten van het buitengebied voor recreatief fietsverkeer." [Donné, 2004, p. 3]

C. De hoofdfunctie van een 'parallele weg' is het toegang geven tot de aanpalende percelen. Parallele wegen zijn gescheiden van een rijbaan die behoort tot een hogere categorie en die een ontsluitings- of verbindingsfunctie heeft. Als de parallelle weg in verblijfsgebied ligt, wordt die vaak 'ventweg' genoemd. "Een parallelle weg is in feite een inrichtingskenmerk en niet per definitie gebonden aan een bepaalde categorie." [Donné, 2004, p. 3] Een parallelle weg kan tegelijkertijd tevens een woonstraat, winkelstraat, landelijke weg of lokale gebiedsontsluitingsweg zijn. Eigenlijk hoort dit type weg dus niet thuis als aparte categorie in deze categorisering. In het vervolg van dit rapport worden parallelle wegen niet meer apart onderscheiden.

2.6.8 Hoofd- en subcategorieën

Alle genoemde categorieën, subcategorieën en sub-subcategorieën bijeen genomen ziet de recente Vlaamse wegcategorysering staan in tabel 2.11.

Tabel 2.11 Alle categorieën met hun gewenste functies

Categorie	Hoofdfunctie	Aanvullende functie	Inrichting
Hoofdweg	Verbinden op internationaal niveau	Verbinden op Vlaams niveau	<ul style="list-style-type: none"> • Autosnelweg naar Europese normen
Primaire weg categorie I	Verbinden op Vlaams niveau	Verzamelen op Vlaams niveau	<ul style="list-style-type: none"> • (Stedelijke) autosnelweg • Autoweg (2x2 of 2x1) • Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling
Primaire weg categorie II	Verzamelen op Vlaams niveau	Verbinden op Vlaams niveau	<ul style="list-style-type: none"> • Autoweg (2x2 of 2x1) • Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling
Secundaire weg I	Verbinden op bovenlokaal (en lokaal) niveau	Verzamelen en toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> • Weg (2x2 of 2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling • Doortochten in bebouwde kom
Secundaire weg II	Verzamelen op bovenlokaal (en lokaal) niveau	Verbinden en toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> • Weg niet noodzakelijk met gescheiden verkeersafwikkeling • Doortochten in bebouwde kom
Secundaire weg III	Verbinden voor openbaar vervoer en fietsverkeer op bovenlokaal (en lokaal) niveau	Verbinden en verzamelen voor autoverkeer; toegang geven	<ul style="list-style-type: none"> • Weg (2x1) met gescheiden verkeersafwikkeling waar noodzakelijk voor een gegarandeerde doorstroming van OV en fiets • Doortochten in bebouwde kom
Lokale weg I (Lokale verbindingsweg)	Verbinden op lokaal niveau	Ontsluiten en toegang geven	
Lokale weg II (Lokale gebiedsontsluitingsweg)	Ontsluiten op lokaal niveau	Verbinden en toegang geven	
Lokale weg IIIA (Erftoegangsweg A)	Verblijven	Toegang verlenen tot aanpalende percelen	<ul style="list-style-type: none"> • 'Woonstraat' of 'winkelstraat' • Gelegen in verblijfsgebied • Niet-bestemmingsverkeer weren
Lokale weg IIIB (Erftoegangsweg B)	Toegang geven en ontsluiten voor fietsverkeer		<ul style="list-style-type: none"> • 'Landelijke weg' of 'fietsweg' • Gelegen in buitengebied • Niet-bestemmingsverkeer weren

Het aantal subcategorieën wordt nog groter wanneer onderscheid gemaakt wordt tussen wegen binnen en buiten de bebouwde kom. TV 3V onderscheidt in tabel 2.3 maar liefst 16 subcategorieën om te bepalen welke kruispunttypen mogelijk zijn, zoals in tabel 2.12 te lezen valt. Opvallende verschillen zijn het ontbreken van hoofdwegen als aparte categorie en een iets andere subcategorisering van lokale wegen.

Tabel 2.12 De door TV 3V gehanteerde categorisering [TV 3V, 2005, p. 53]

Categorie	Benaming	Ligging	Snelheidsregime
Primaire wegen I	autosnelweg		120 km/h
Primaire wegen I	autoweg		100 km/h
	Toe- en afritten		
Primaire wegen II		bibeko	50-70 km/h
Primaire wegen II		bubeko	70-90 km/h
Secundaire wegen I		bibeko	50-70 km/h
Secundaire wegen I		bubeko	70-90 km/h
Secundaire wegen II		bibeko	50 km/h
Secundaire wegen II		bubeko	70-90 km/h
Secundaire wegen III		bibeko	50 km/h
Secundaire wegen III		bubeko	70-90 km/h
Lokale wegen L1	lokale verbindingsweg	bibeko	30-50 km/h
Lokale wegen L1	lokale verbindingsweg	bubeko	50-70 km/h
Lokale wegen L2A/B	gebieds/stadsontsluitingsweg	bibeko	30-50 km/h
Lokale wegen L2A/B	gebieds/stadsontsluitingsweg	bubeko	50-70 km/h
Lokale wegen L3	erfontsluitingsweg	bibeko	30-50 km/h
Lokale wegen L3	erfontsluitingsweg	bubeko	50-70 km/h

2.6.9 Oordeel

Het doel van de functionele wegcategoryering voor de weggebruiker was dat men uit bewegwijzering en inrichting kan aflezen welke weg men mag gebruiken in functie van de bestemming. "Bovendien moet duidelijk worden wat je op die weg mag verwachten inzake verkeersconflicten, weginrichting en voorzieningen voor andere weggebruikers, snelheidslimieten en het gewenst verkeersgedrag. We noemen dit ook 'de leesbaarheid van de weg'." [Donné, 2004, p. 3]

De vraag is echter of een categorisering met minder categorieën niet een grotere bijdrage aan dit doel geleverd zou hebben. Het lijkt erop dat de Vlaamse categorisering niet zozeer voorschrijft welke categorieën er zouden moeten zijn (prescriptief), maar vooral beschrijven hoe divers de Vlaamse wegen zijn in hun combinaties van functie, inrichting en snelheidsregime (descriptief).

2.7 Vertaling van Nederlandse naar Vlaamse categorieën

Om Nederlandse richtlijnen over geschikte kruispunttypen toe te kunnen passen op Vlaamse kruispunten, is een poging gedaan om de Nederlandse categorieën te vertalen naar de Vlaamse categorieën die daar het best mee overeen komen. Voor hoogste categorieën is dit redelijk gelukt, doordat de inrichtingseisen daarvan aan beide kanten van de grens goed gedocumenteerd zijn door de boven-provinciale overheden. Het beeld van de lagere categorieën (vooral LI en LII) binnen de bebouwde kom is chaotischer en daardoor is een één-op-één-vertaling niet mogelijk. De laagste categorieën (LIIIA en LIIIB) zijn echter wel weer goed te vergelijken. Het 'woordenboekje Nederlands-Vlaams' staat in tabel 2.13.

Tabel 2.13 Vertaling van Nederlandse naar Vlaamse categorieën

Nederlandse categorie	Vlaamse categorie
Nationale stroomweg	Hoofdweg
Regionale stroomweg	Primaire weg categorie I
Gebiedsontsluitingsweg type I	Primaire weg categorie II
Gebiedsontsluitingsweg type II	Secundaire weg I, II en III
Erftoegangswegen bubeko (ETW60)	Lokale weg L3 bubeko
Erftoegangswegen bibeko (ETW30)	Lokale weg L3 bibeko
Woonerf	Woonerf of erf

2.8 Startpunt van de beslisboom

2.8.1 De tabel

In deze paragraaf wordt daadwerkelijk een begin gemaakt met de samenstelling van de beslisboom voor het bepalen van het meest geschikte kruispunttype, afgewisseld met theorieën over wegennetopbouw die daaraan ten grondslag liggen. Dit gebeurt overeenkomstig de systematiek die in §2.3.4 is voorgesteld, dus de eerste stap is het maken van een tabel waarin de mogelijke kruispunttypen zullen worden weergegeven. Daarin komen aanvankelijk alleen de Vlaamse hoofdcategorieën en hun hoofdfuncties uit tabel 2.8 voor, zoals in tabel 2.14.

Tabel 2.14 Het startpunt van de beslisboom [TV 3V, 2005, p. 53]

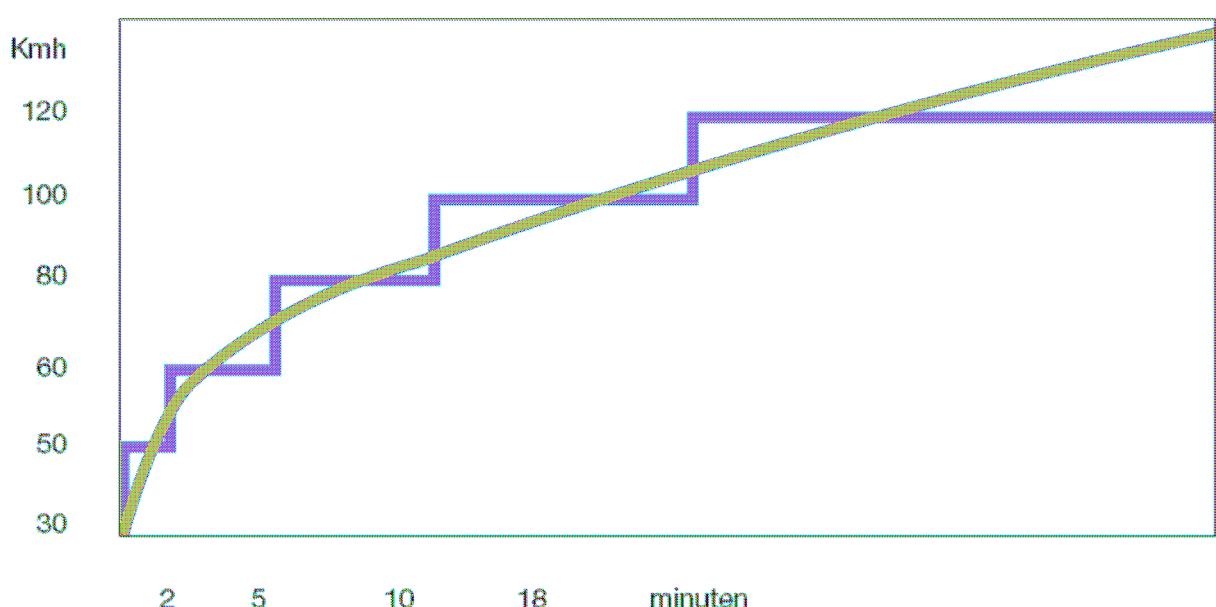
Hoofdcategorie Hoofdfunctie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau										
Primaire weg Verbinden / verzamelen op Vlaams niveau	I II									
Secundaire weg Verbinden / verzamelen op (boven)lokaal niveau	I II III									
Lokale weg Toegang geven	I II IIIA IIIB									

2.8.2 Begripsbepaling

Er zijn verschillende definities van het woord 'kruispunt' in de literatuur terug te vinden. In dit eindwerk wordt een onderscheid gemaakt tussen kruispunten in de enge zin en kruispunten in de brede zin van het woord. Een 'kruispunt in enge zin' is gedefinieerd als een ontmoeting tussen twee rijbanen die geen deel uitmaken van een autosnelweg, waar het verkeer kan afslaan op het gemeenschappelijke kruisingsvlak. Dit in tegenstelling tot een 'kruising' die gedefinieerd wordt als "een ontmoeting tussen twee rijbanen alwaar het verkeer niet kan of mag afslaan" [Hansen, 2000, p. 95]. Standaard wordt in dit eindwerk met 'kruispunt' echter de brede betekenis bedoeld, namelijk: "een plaats waar twee of meer wegen elkaar ontmoeten". Met 'ontmoeten' wordt kruisen of snijden bedoeld en met een 'weg' wordt een openbare weg bedoeld, waar in ieder geval personenauto's gebruik van mogen maken. Het maakt daarbij niet uit of die wegen elkaar gelijkvloers of ongelijkvloers ontmoeten en of het mogelijk is om van de ene weg naar de andere weg te gaan. Ook kruisingen van wegen worden hier dus als kruispunten beschouwd.

2.8.3 Het trapje van Monderman

Kruispunten zijn vaak de plaatsen waar de overgangen tussen verschillende niveaus van het wegennet plaatsvinden. Om het belang van de overgangen tussen verschillende niveaus van het wegennet te begrijpen, is ook de psychologie van het reizen van belang. Een automobilist die van verblijfplaats naar verblijfplaats wil, beweegt zich aan het begin van zijn reis nog door een omgeving waarin hij zelf zo-even nog verbleef. Hij is dan nog geneigd zijn verkeersgedrag aan te passen aan het verblijfsgedrag van de andere mensen. Maar naarmate zijn binding met de plek afneemt en de tijd vordert, neemt die bereidheid af en ervaart hij een grotere drang om sneller vooruit te komen. Hij is nog enkele minuten in staat en bereid om de weg te delen met allerlei langzaam verkeer, maar daarna wil hij verder kunnen op een snellere baan en zich losmaken uit de verblijfswereld. Pas wanneer hij de verblijfsplek waarnaar hij op reis is nadert, verloopt het proces weer andersom. Het 'trapje van Monderman' in figuur 2.12 laat mooi zien welke snelheid de automobilist vanaf het moment van vertrek aanvaardbaar vindt. "Gecombineerd met de onderlinge ligging van verblijfsplekken, biedt dit een ontwerpcriterium voor het ontwerp van de openbare ruimte." [Provincie Fryslân, 2005, p. 15]



Figuur 2.12 Het trapje van Monderman [idem, p. 15]

2.8.4 Knopen in het wegennet

In het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen worden drie soorten componenten van het wegennet onderscheiden: wegen, knopen en schakelpunten. In een schakelpunt komen wegen van verschillend niveau samen en bestaat niet alleen de mogelijkheid om van weg te veranderen, maar tegelijk ook van niveau. Dit zijn bijvoorbeeld aansluitingen (op- en afritten) van een autosnelweg. In een knoop komen wegen van hetzelfde niveau samen en bestaat de mogelijkheid om van weg te veranderen. Dit zijn bijvoorbeeld de knooppunten in het autosnelwegennet. Dit kruispunttype wordt in de volgende paragraaf behandeld en in de beslisboom verwerkt.

2.9 Knooppunten

2.9.1 Het principe van een knooppunt

Vanwege de belangrijke stroomfunctie van de kruisende wegen, vindt op een knooppunt het uitwisselen van verkeer tussen die wegen plaats door middel van convergeren en divergeren, zodat dwarsconflicten worden voorkomen. Rechts van de doorgaande rijstrook wordt een uitvoegstrook voor het divergeren en een invoegstrook voor het convergeren aangelegd. Het convergeren en divergeren in een knooppunt kan ook gecombineerd worden op een weefvak. "Voor dit type kruispunt betreft dit in principe een weefvak met een doorgaande rijstrook en samenkomende invoeger die doorloopt in een uitvoeger." [CROW, 2000a, p. 78]

Knooppunten worden in Vlaanderen vaak als 'verkeerswisselaar' aangeduid. Een knooppunt wordt door sommigen gedefinieerd als een ontmoeting tussen twee autosnelwegen en is volgens de definitie van 'kruispunt' dus ook een kruispunttype.

2.9.2 Kruispunt tussen stroomwegen

In Nederland is bepaald dat kruispunten tussen stroomwegen altijd ongelijkvloers uitgevoerd moeten worden als 'knooppunten', dus ook als er geen autosnelwegen bij betrokken zijn. In de Vlaamse categorisering komt de term 'stroomweg' niet voor, maar volgens het woordenboekje in tabel 2.13 komen stroomwegen overeen met de Vlaamse categorieën 'Hoofdweg' en 'Primaire weg categorie I'.

In tabel 2.15 is in de cellen waar stroomwegen elkaar ontmoeten het symbool "⊕" geplaatst. Dit wil zeggen dat daar een knooppunt het enige geschikte kruispunttype is. Het is niet van de intensiteit of ruimtelijke inpasbaarheid afhankelijk of een knooppunt een geschikt kruispunttype is, maar wel *welk subtype* het meest geschikt is. Volgens de benadering in stappen kan in tabelcellen verwezen worden naar een stroomschema, waar het meest geschikte kruispunttype of subtype wordt bepaald. Deze verwijzing krijgt de vorm van een vermelding "Volg ❶", wat wil zeggen dat stroomschema nummer ❶ gevolgd moet worden.

Tabel 2.15 # = Knooppunt

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	# Volg ①	# Volg ①								
Primaire weg Verbinden op Vlaams niveau I	# Volg ①	# Volg ①								
Primaire weg Verzamelen op Vlaams niveau II										
Secundaire weg I II III										
Lokale weg I II IIIA IIIB										

2.9.3 Knooppunt met drie takken: T-knooppunt

De meeste knooppunten hebben vier takken, gevormd door twee doorgaande wegen. Het kan echter ook voorkomen dat een stroomweg dwars aangesloten wordt op een doorgaande stroomweg zonder die verder door te trekken. In zo'n geval moet een T-knooppunt met drie takken worden ontworpen. Daarbij verdient het aanbeveling om alvast rekening te houden met de mogelijkheid om de weg in de toekomst alsnog door te trekken en er een volledig knooppunt met vier takken van te maken. In principe wordt altijd gekozen voor een trompetknooppunt als knooppuntvorm, zoals in figuur 2.13.

2.9.4 Knooppunt met meer dan vier takken: samengesteld knooppunt

De uitzonderlijke situatie zou zich voor kunnen doen dat ergens drie of meer stroomwegen elkaar ontmoeten. Hier wordt aangeraden om dan niet één ingewikkelde knooppuntvorm te ontwerpen, maar om de ontmoeting te splitsen in twee kruispunten die op meer dan een kilometer afstand van elkaar gelegd worden. Voor elk van die kruispunten kan dan stroomschema ① gevolgd worden en zo wordt het aantal richtingen met doorgaande wegen maximaal gehouden. Er kan bijvoorbeeld een klaverblad-knooppunt met een T-knooppunt worden aangelegd voor vijf takken, of twee klaverblad-knooppunten voor zes takken. In alle andere gevallen is sprake van een knooppunt met vier takken. In dat geval zijn er veel verschillende subtypen te onderscheiden, zoals een klaverblad-, ster-, turbine- en windmolen-knooppunt.

2.9.5 Klaverblad-knooppunt

Als een kruispunt tussen twee stroomwegen vier takken heeft, dan is een klaverblad (zie figuur 2.14) de eenvoudigste en goedkoopste knooppuntvorm “omdat er maar één centraal kunstwerk in voorkomt” [Hansen, 2000, p. 100]. Deze oplossing heeft dus – indien mogelijk – de voorkeur, maar “wordt de laatste jaren steeds minder toegepast door de beperkte doorvoercapaciteit van de verbindingsweg (lage snelheid door kleine boogstraal), de beperkte capaciteit van een noodzakelijk weefvak, de vier elkaar snel opvolgende afritten, en het indirecte links afslaan” [nl.wikipedia.org]. “De grens voor de toepassingsmogelijkheid wordt meestal bepaald door de capaciteit van de weefvakken tussen de lussen: circa 1500 pae/h.” [Hansen, 2000, p. 100]. De eenheid ‘pae/h’ betekent ‘personenauto-equivalent per uur’ en is een intensiteitmaat waarin vrachtwagens en bussen zwaarder meewegen dan personenauto’s en motoren. De capaciteit van één doorgaande rijstrook plus weefvak met 10% vrachtverkeer varieert tussen 2300 en 3000 pae/h, afhankelijk van de lengte van het weefvak en het percentage wevend verkeer. [CROW, 2000a, p. 78]

2.9.6 Windmolen-knooppunt

De op één na goedkoopste knooppuntvorm is het windmolen-knooppunt, zoals in figuur 2.15. Het nadeel van dit knooppunt is dat zich in de linksafbewegingen relatief krappe bogen bevinden, wat voor een slechte afwikkeling in die richting zorgt. [Hansen, 2000, p. 101] Daarom wordt alleen voor een windmolen-knooppunt gekozen als de intensiteit van het niet-rechtdoorgaande verkeer laag is. Wat precies onder “laag” verstaan moet worden, kan hier niet aangegeven worden. Dit is ter beoordeling aan de ontwerper, die gebruik dient te maken van de ROA (Richtlijnen voor het Ontwerp van Autosnelwegen).



Figuur 2.13 Voorbeeld van een T-knooppunt: Knooppunt Grijsoord [www.beeldbankvenw.nl]



Figuur 2.15 Voorbeeld van een windmolen-knooppunt: Knooppunt Vaanplein [www.beeldbankvenw.nl]



Figuur 2.14 Voorbeeld van een klaverblad-knooppunt: Knooppunt Hoevelaken [www.beeldbankvenw.nl]

2.9.7 Turbine-knooppunt

Een turbine-knooppunt (zie figuur 2.16) levert een betere afwikkeling voor linksaffers, maar is ook iets duurder door de grotere kunstwerken. [Hansen, 2000, p. 101] “Door de grote boogstralen kan het verkeer zonder snelheid te minderen van richting veranderen.” [nl.wikipedia.org]

2.9.8 Ster-knooppunt

Als de intensiteit te hoog is voor de rangeerbanen op een turbine-knooppunt, kan uiteindelijk voor een ster-knooppunt (zie figuur 2.17) gekozen worden. Deze knooppuntvorm heeft geen rangeerbanen en weefvakken, maar directe verbindingen in alle richtingen. [Hansen, 2000, p. 101] De bogen zijn zeer ruim en het aantal rijstroken kan op elke relatie zonder probleem worden afgestemd op de desbetreffende intensiteit. Het grote nadeel van van het ster-knooppunt zit hem in de hoge investeringskosten: de kunstwerken worden in vier verschillende lagen gestapeld, de hoogteverschillen zijn daardoor zeer groot en het grondverzet is aanzienlijk. Daarom wordt een ster-knooppunt alleen toegepast als de andere vormen niet mogelijk zijn.

2.9.9 Combinaties

De hiervoor besproken knooppuntvormen kunnen ook worden gecombineerd tot een nieuw type. In de praktijk zal dit enkel gebeuren als de intensiteit op de vier takken sterk verschilt, of als een bestaand knooppunt gedeeltelijk aangepast moet worden aan de gestegen intensiteiten. De vormen kunnen bijvoorbeeld worden gecombineerd tot een klaverturbine (zie figuur 2.18), een klavermolen of een klaverster.



Figuur 2.19 Aanleg (2004) van verkeerswisselaar bij Zelzate tussen N49 (Antwerpen-Knokke) en R4 vanwege ombouw N49 tot autosnelweg E34



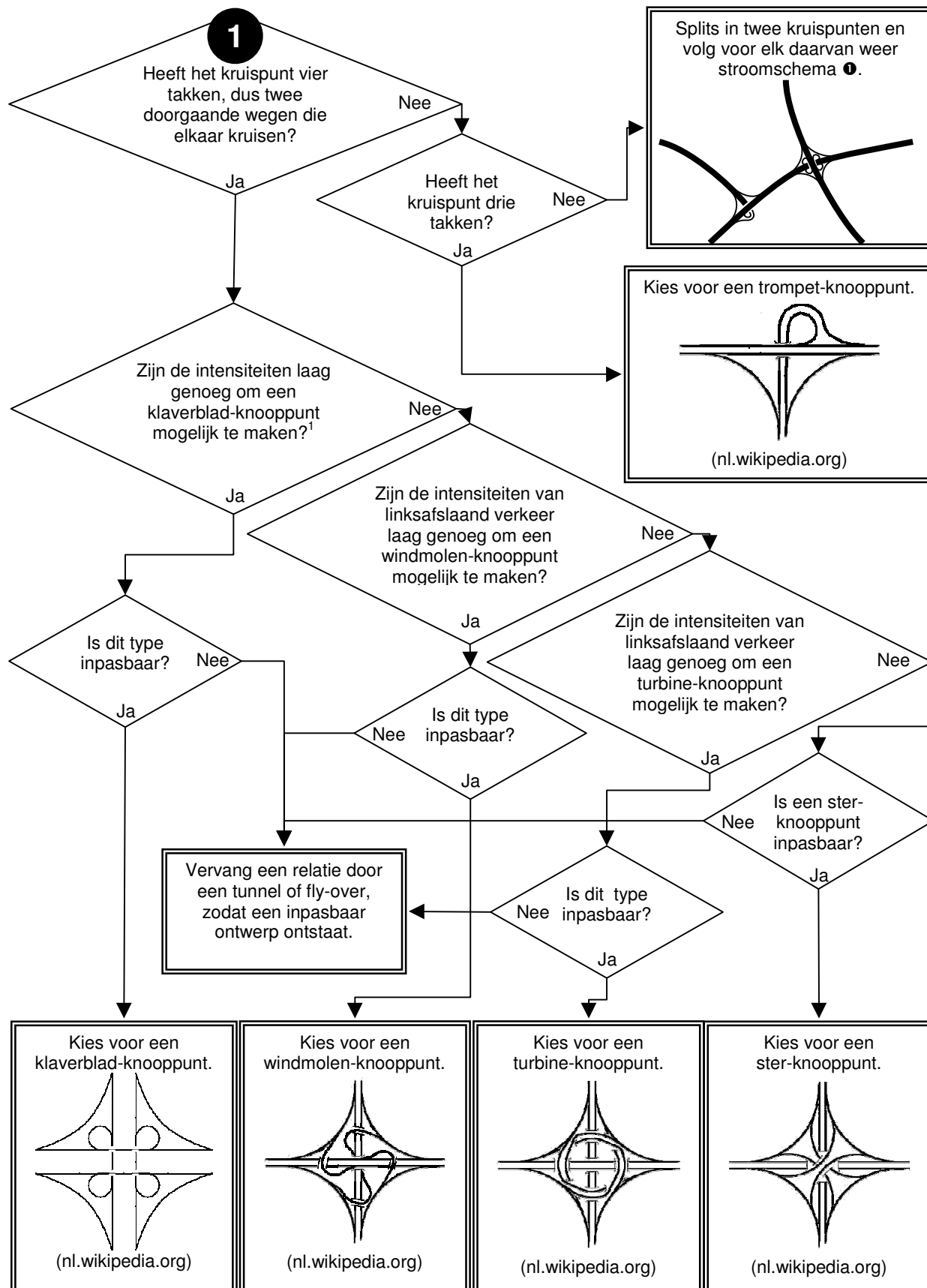
Figuur 2.16 Voorbeeld van een turbine-knooppunt: Verkeerswisselaar Zwijnaarde [home.tiscali.be/guidocoolens]



Figuur 2.17 Voorbeeld van een ster-knooppunt: Prins Clausplein [www.aerophoto-schiphol.nl]



Figuur 2.18 Voorbeeld van een klaverturbine: Knooppunt Oudenrijn [www.beeldbankvenw.nl]



¹ De capaciteit van een weefvak is circa 1500 pae/h en de capaciteit van één doorgaande rijstrook plus een weefvak met 10% vrachtverkeer varieert tussen 2300 en 3000 pae/h.

Figuur 2.20 Stroomschema ❶

2.9.10 Aanpassing van de grondvorm

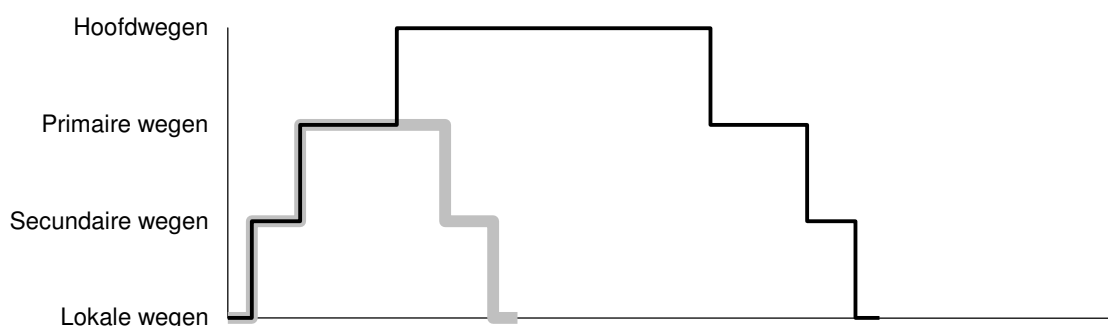
Er is één aspect dat nog niet aan de orde is geweest, en dat is het ruimtebeslag. Een klaverblad-knooppunt beslaat bijvoorbeeld een oppervlakte van “circa 35 ha” [Hansen, 2000, p. 100]. Het is van de specifieke ruimtelijke omstandigheden rond het kruispunt en van de hoek tussen de kruisende wegen afhankelijk of één van bovenstaande knooppuntvormen volledig inpasbaar is, of dat het ontwerp op het huidige grondgebruik afgestemd moet worden. Mogelijk kan een combinatie van twee knooppuntvormen ook hier uitkomst bieden, maar waarschijnlijk zal één relatie op een extra niveau over het knooppunt heen of er onder door gelegd moeten worden. In figuur 2.19 is bijvoorbeeld één van de vier lussen van een klaverblad vervangen door een tunnel. [www.wegen.vlaanderen.be/wegen/projecten/oost-vlaanderen/zelzate]

Het voorgaande is samengevat in stroomschema ❶ in figuur 2.20.

2.10 Afsluiten, *upgraden* en *downgraden*

2.10.1 Drie principes bij de opbouw van het wegennet

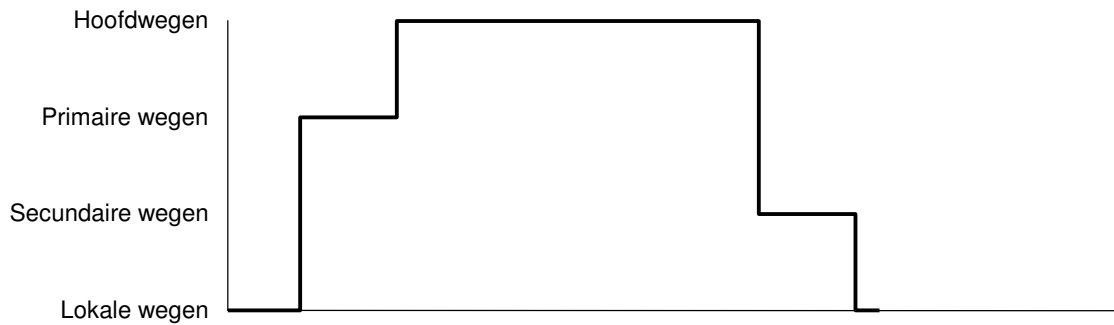
Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen formuleert enkele principes bij de hiërarchische opbouw van het wegennet, die van belang zijn voor de beslisboom. Deze principes kunnen worden verduidelijkt met behulp van trapvormige diagrammen zoals in figuur 2.21 die een autorit voorstellen. Daarin staat de tijd – net als in het trapje van Monderman – langs de horizontale as en staan de hoofdniveaus uit de wegategorisering verticaal.



Figuur 2.21 Schematische voorstelling van twee mogelijke ritten over de hoofdniveaus van het wegennet

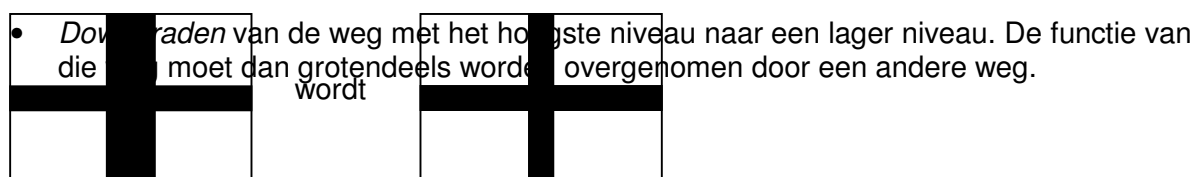
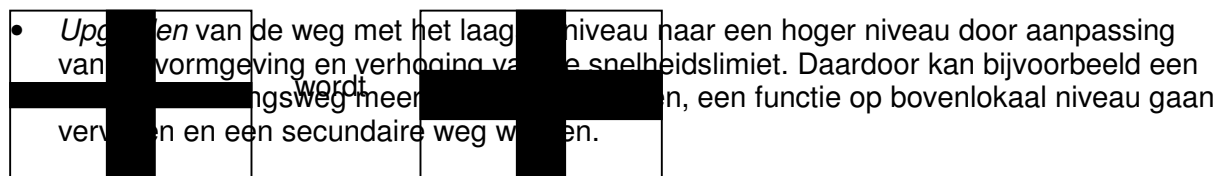
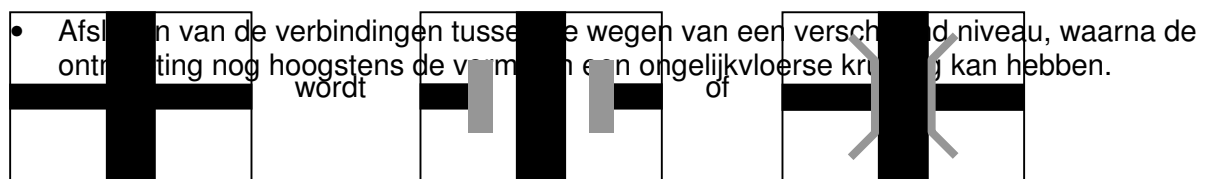
2.10.2 Het eerste principe: Beperkte niveauverschillen

Ten eerste mogen schakelpunten alleen worden aangebracht tussen opeenvolgende niveaus. Secundaire en lokale wegen worden bijvoorbeeld niet rechtstreeks op het hoofdwegennet aangesloten. [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 480] Hiermee wordt voorkomen dat er tijdens een rit te snel grote snelheids- en niveauverschillen overbrugd moeten worden en dat wegen gebruikt gaan worden voor een functie waar ze niet op ingericht zijn. Voor het schema heeft dit principe tot gevolg dat er in een trappetje geen niveaus kunnen worden overgeslagen. De rit in figuur 2.22 zou bijvoorbeeld niet voor mogen komen.



Figuur 2.22 Schematische voorstelling van een rit waarin niveaus worden overgeslagen

Wanneer bij een zwart punt onderzocht wordt welk kruispunttype het meest geschikt is, zal dus eerst gecontroleerd moeten worden of het niveauverschil niet te groot is. Als dit wel het geval is, zijn er in theorie vier verschillende oplossingen mogelijk:



2.10.3 Welke niveauverschillen zijn te groot?

De vraag blijft nu wat precies onder te grote 'niveau'verschillen wordt verstaan. Zoals gezegd mogen secundaire en lokale wegen niet rechtstreeks op het hoofdwegennet worden aangesloten. In die eis worden de vier hoofdcategorieën dus als afzonderlijke 'niveaus' beschouwd.

Er hoeft echter geen kilometerslange primaire weg tussen een secundaire weg en een hoofdweg te liggen. Er is namelijk een primaire weg II type 4 (zie §2.6.5) in de categorisering

opgenomen, die wordt beschreven als een “aansluiting (= op- en afrittencomplex) die een verzamel functie verzorgt (...)” [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 482]. Bij dit type gaat het dus niet om een gewone weg, maar slechts om een aansluiting waar secundaire wegen met een hoofdweg of met een primaire weg van de eerste categorie worden verbonden. Het grote niveauverschil wordt dus overbrugd in twee stappen, die zich op korte afstand van elkaar bevinden. Dit is ook zichtbaar in figuur 2.11, waar in het hoofdwegenet (bruin) soms aansluitingen (zwarte rondjes) te zien zijn waar geen primaire wegen (rood) maar secundaire wegen (niet afgebeeld) op de hoofdweg aansluiten. Daarbij is de aansluiting *zelf* formeel als primaire weg II gecategoriseerd.

Deze min of meer cosmetische ingreep wordt in dit eindwerk niet serieus genomen. Daarom wordt hier wel toegestaan dat een secundaire weg op een hoofdweg aansluit. De niveauverschillen ‘hoofdweg - lokale weg’ en ‘primaire weg - lokale weg’ worden wel te groot gevonden. Waar die verschillen voorkomen moet dus voor afsluiten (†), *upgraden* (†|) of *downgraden* (|†) worden gekozen.

Tabel 2.16

⊕ = Knooppunt

† = Afsluiten

|† = Upgraden

†| = Downgraden

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	⊕ Volg ●	⊕ Volg ●					† † †	† † †	† † †	† † †
Primaire weg Verbinden op Vlaams niveau I	⊕ Volg ●	⊕ Volg ●					† † †	† † †	† † †	† † †
	Verzamelen op Vlaams niveau II						† † †	† † †	† † †	† † †
Secundaire weg Verbinden op bovenlo-kaal niveau I									† † †	
	Verzamelen op bovenlo- kaal niveau II									
	Verbinden voor OV en fietsverkeer op bovenlo- kaal niveau III								† † †	
Lokale weg Lokale verbindings- weg I	† † †	† † †	† † †						† † †	
	Lokale gebiedsont- sluitingsweg II	† † †	† † †	† † †						
	Erftoegangs weg in ver- blijfsgebied IIIA	† † †	† † †	† † †	† † †		† † †	† † †		
	Erftoegangs weg in bui- tengebied IIIB	† † †	† † †	† † †						

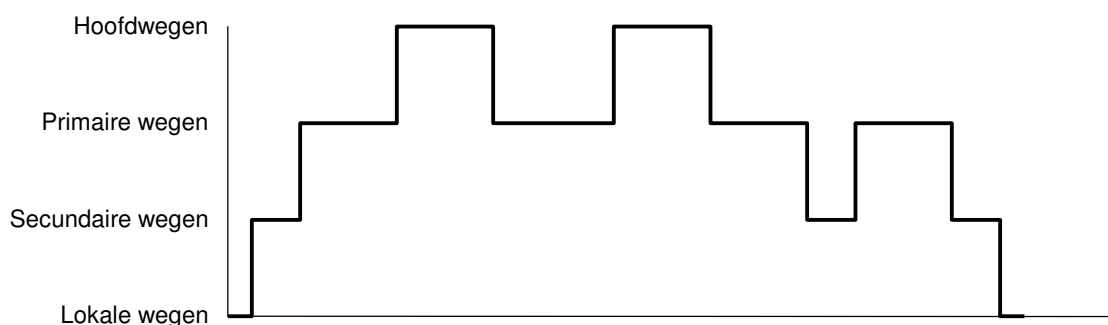
2.10.4 Welke functieverschillen zijn te groot?

Volgens het Duurzaam-Veiligconcept moet een *functiehiërarchie* als basis dienen bij de opbouw van het wegennetwerk. Daarom mag een weg met verblijfsfunctie nooit direct op een verbindingsweg worden aangesloten. Erfontsluitingswegen in verblijfsgebied (lokale weg IIIA) worden dus niet aangesloten op wegen die 'verbinden' als hoofdfunctie hebben (secundaire weg I, secundaire weg III en lokale weg I). Het resultaat staat in tabel 2.16.

2.10.5 Het tweede principe: Samenhang in het wegennet

Het tweede principe luidt dat het hoofdwegennet een samenhangend netwerk moet vormen. "Wegen van Vlaams niveau en van bovenlokaal en lokaal niveau hoeven geen samenhangend netwerk te vormen op hun respectievelijk niveau. Ze moeten wel een samenhangend netwerk vormen in combinatie met wegen van een hoger niveau waarop ze zijn aangesloten via schakelpunten." [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 480]

Dit principe moet voorkomen dat de snelste verbinding tussen twee wegen van hetzelfde niveau wordt gevormd door een weg van een lager niveau. Voor het schema van een normale rit volgens de snelste route, heeft dit tot gevolg dat er geen tussentijdse 'dalen' (zoals in figuur 2.23) in voor mogen komen. Overigens heeft dit principe geen invloed op de keuze van het meest geschikte kruispunttype.



Figuur 2.23 Schema met twee 'dalen' in een rit die volgens het tweede principe niet voor zouden mogen komen

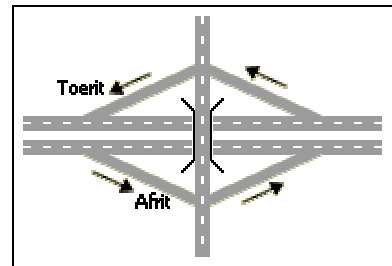
2.11 Aansluitingen

2.11.1 Kruispunt tussen een gebiedsontsluitingsweg en een stroomweg

"Kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen en stroomwegen worden uitgevoerd als een ongelijkvloerse aansluiting (...)." [CROW, 2000a, p. 79] Vanwege de belangrijke stroomfunctie van stroomwegen, wordt een kruispunt met een gebiedsontsluitingsweg ongelijkvloers uitgevoerd. Bovendien worden langs de stroomweg in- en uitvoegstroken aangebracht, zodat de snelheid op de stroomweg constant kan blijven. Afhankelijk van de hoogteligging van de stroomweg wordt de gebiedsontsluitingsweg er overheen of er onderdoor aangelegd.

2.11.2 Haarlemmermeer-aansluiting

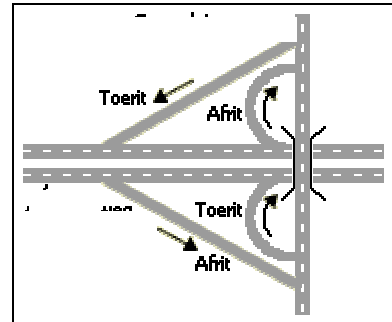
De meest voorkomende aansluitingsvorm is de Haarlemmermeer-aansluiting. Dit type kruispunt wordt in tabel 2.17 met het symbool "☐" aangeduid en in Vlaanderen wordt hiervoor de term 'Hollands complex' gebruikt. Het principe is afgebeeld in figuur 2.24, maar "bij een Haarlemmermeer-oplossing lopen alle vier de toe- en afritten min of meer parallel aan de hoofdrijbaan van en naar de (gelijkvloerse) kruispunten met de gebiedsontsluitingsweg." [CROW, 2000b, p. 79]



Figuur 2.24 Haarlemmermeer-aansluiting [nl.wikipedia.org]

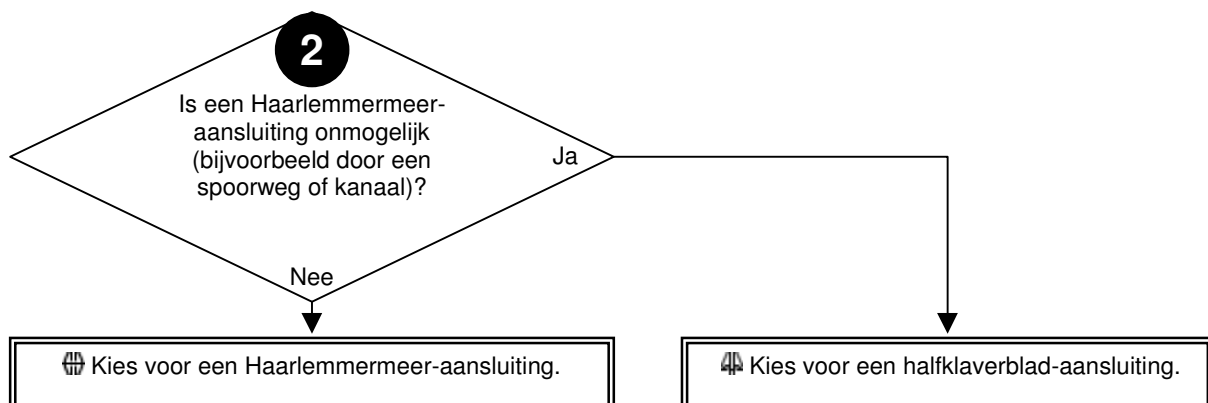
2.11.3 Halfklaverblad-aansluiting

Soms ligt er langs de gebiedsontsluitingsweg een kanaal of een spoorweg, waardoor een Haarlemmermeer-aansluiting onmogelijk wordt. In een dergelijke situatie wordt voor een halfklaverblad-aansluiting (☐) gekozen. Het nadeel van dit kruispunttype is de slechtere berijdbaarheid door de twee lusvormige verbindingswegen, zoals in figuur 2.25 te zien is. Dit kruispunttype kan ook noodzakelijk zijn wanneer vlak naast de stroomweg gebouwen staan (in het voorbeeld in de kwadranten rechtsboven en rechtsonder de ongelijkvloerse kruising).



Figuur 2.25 Halfklaverblad-aansluiting [nl.wikipedia.org]

Het voorgaande is verwerkt in stroomschema 2, dat in figuur 2.26 weergegeven is.



Figuur 2.26 Stroomschema 2

2.11.4 Vertaling naar Vlaamse wegcategorieën

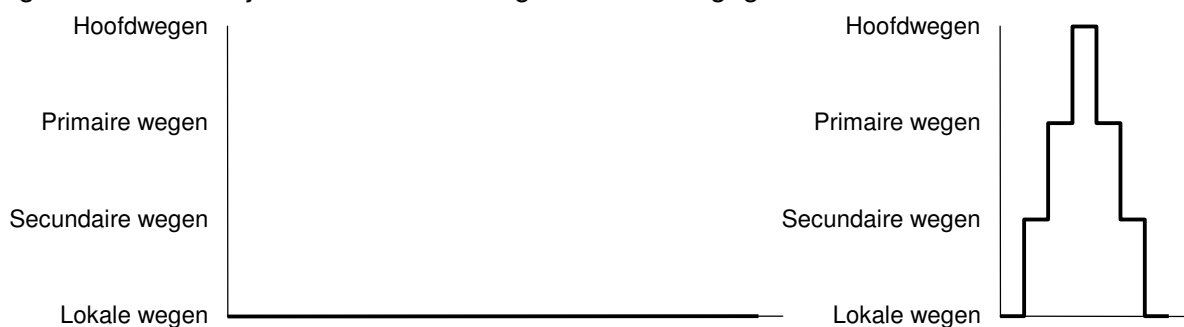
In tabel 2.13 zijn Nederlandse wegcategorieën vertaald naar de Vlaamse. Daarbij is bepaald dat stroomwegen in Vlaanderen 'hoofdweg' of 'primaire weg I' worden genoemd en dat gebiedsontsluitingswegen in Vlaanderen 'primaire weg II' of 'secundaire weg' worden genoemd. In de volgende vier gevallen wordt dus een aansluiting voorgeschreven:

- A. Ontmoeting tussen hoofdweg en primaire weg II
- B. Ontmoeting tussen hoofdweg en secundaire weg
- C. Ontmoeting tussen primaire weg I en primaire weg II
- D. Ontmoeting tussen primaire weg I en secundaire weg

In de gevallen C en D moet in de tabel verwezen worden naar stroomschema ②. In de gevallen A en B moet echter een extra voorwaarde worden gesteld, om voor een goede verkeersafwikkeling op de hoofdwegen te zorgen.

2.11.5 Het derde principe: Verkeersafwikkeling

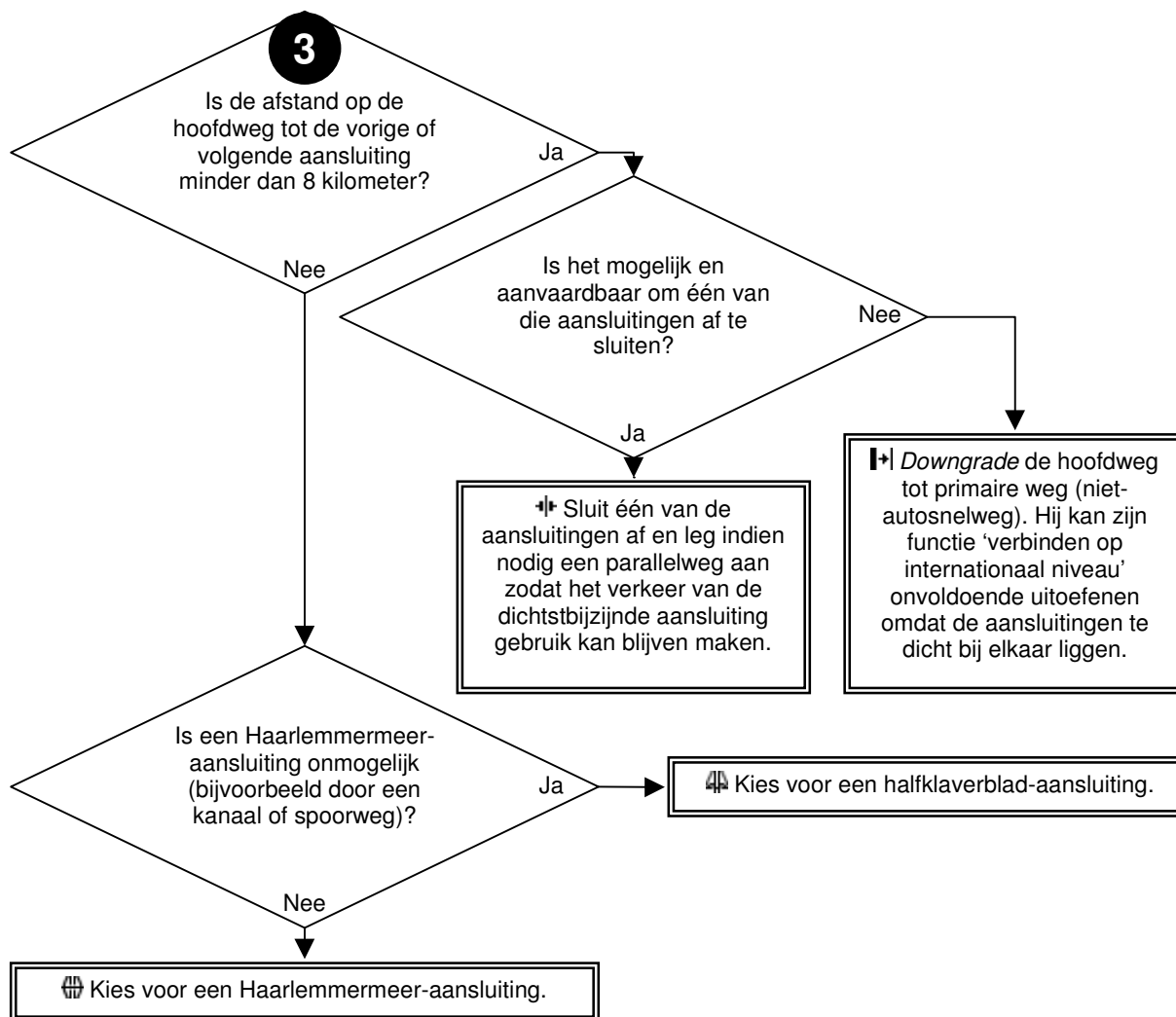
Het laatste principe waaraan het Vlaamse wegennet volgens het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen dient te voldoen luidt als volgt: “De verkeersafwikkeling op de diverse niveaus moet zich dusdanig verhouden dat het onderliggend wegennet niet belast wordt door doorgaand verkeer en dat het wegennet van hoger niveau niet belast wordt met verkeer op een ondergeschikte relatie.” [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 480] Lange ritten over enkel lokale wegen moeten bijvoorbeeld onaantrekkelijk worden gemaakt en korte ritten zouden het hoofdwegennet moeten ontzien. Deze extreme voorbeelden van ongewenste ritten zijn in het schema in figuur 2.27 weergegeven.



Figuur 2.27 Extreme voorbeelden van ongewenste ritten volgens het derde principe

2.11.6 Minimale afstand tussen aansluitingen

Voor de keuze van geschikte kruispunttypen is dit derde principe van belang omdat aansluitingen op autosnelwegen soms te dicht bij elkaar liggen. Daardoor wordt ook voor korte ritten het gebruik van die weg aantrekkelijk en ontstaat congestie, waarvan langeafstandsverkeer (waar de weg in hoofdzaak voor bedoeld is) hinder ondervindt. Daarnaast hebben de vele extra invoegbewegingen een grotere kans op ernstige ongevallen tot gevolg. Het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen stelt dat beperking van het aantal toe- en afritten de doorstroming en de veiligheid bevordert.








































Figuur 2.28 Stroomschema 3

“Binnen het invloedsgebied van de grootstedelijke gebieden wordt gestreefd naar scheiden van het stedelijke (lokale) verkeer met het doorgaande (internationale en gewestelijke) verkeer. Dit kan bijvoorbeeld door de aanleg van parallelbanen en een beperking van het aantal aansluitingen op de doorgaande verbindingen. (...) Het aantal aansluitingen op hoofdwegen wordt beperkt gehouden; de afstand tussen aansluitingen is ten minste 8 à 10 kilometer.” [Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2004, p. 488] Daarom wordt in tabel 2.17 bij aansluitingen op een hoofdweg verwezen naar stroomschema 3. In dat stroomschema (zie figuur 2.28) wordt in sommige gevallen aangeraden om een aansluiting op een autosnelweg af te sluiten vanwege de nabijheid van een andere aansluiting.

Tabel 2.17 ⊕ = Knoop punt ⊞ = Haarlemmermeer-aansluiting ⌘ = Halfklaverblad-aansluiting
⊖ = Afsluiten ⌞ = Upgraden ⌞ = Downgraden

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg			Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	III	I	II	III	I	II	III A	III B
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	⊕ Volg 1	⊕ Volg 1	⊞⌘ ⊖⌞ Volg 3	⊞⌘ ⊖⌞ Volg 3	⊞⌘ ⊖⌞ Volg 3	⊞⌘ ⊖⌞ Volg 3	⊖ ⌞ ⌞	⊖ ⌞ ⌞	⊖ ⌞ ⌞	⊖ ⌞ ⌞	

Primaire weg	Verbinden op Vlaams niveau I	 Volg 1	 Volg 1	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2
	Verzamelen op Vlaams niveau II	 Volg 3	 Volg 2								
Secundaire weg	Verbinden op bovenlo-kaal niveau I	 Volg 3	 Volg 2							 Volg 2	
	Verzamelen op bovenlo-kaal niveau II	 Volg 3	 Volg 2								
	Verbinden voor OV en fietsverkeer op bovenlo-kaal niveau III	 Volg 3	 Volg 2								 Volg 2
Lokale weg	Lokale verbindings-weg I	 Volg 3	 Volg 2	 Volg 2							 Volg 2
	Lokale gebiedsontsluitingsweg II	 Volg 3	 Volg 2	 Volg 2							
	Erftoegangs weg in verblijfsgebied IIIA	 Volg 3	 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2		 Volg 2	 Volg 2	 Volg 2		
	Erftoegangs weg in buitengebied IIIB	 Volg 3	 Volg 2	 Volg 2							

2.12 Rotondes

2.12.1 Gelijkvloers kruispunt bij aansluiting

Binnen een kruispunt van het ongelijkvloerse type 'aansluiting' moeten één of twee kruispunten van een gelijkvloers type aangelegd worden. Daar waar de toe- en afritten de weg van de lagere categorie ontmoeten, wordt bij voorkeur voor een rotonde gekozen [TV 3V, 2005, p. 53]. "Door toepassing van een rotonde kan een lage snelheid op het gelijkvloerse kruispunt fysiek worden afgedwongen. Het blijft wel noodzakelijk de bestuurders voor de rotonde voldoende tijd te geven om te decelereren. De rotonde moet dus tijdig zichtbaar zijn." [CROW, 2000b, p. 79]

"Volgens de 'ontwerprichtlijnen' van Duurzaam Veilig dient een Haarlemmermeerkruispunt te worden aangevuld met twee rotondes op de kruisende weg (de 'bril-oplossing'). Deze aanvulling voorkomt veel ongevallen op de kruispunten tussen op- en afritten en de kruisende weg." [Dijkstra en Hummel, 2004, p. 15] Een voorbeeld van de bril-oplossing staat links in figuur 2.29. "De twee rotondes hebben een enkele rijstrook, maar zijn voorzien van bypasses, waardoor de hoofdstroom van het verkeer (rechtsafslaand) niet op de rotonde hoeft te komen."

Bij een Haarlemmermeer-aansluiting zijn twee volledige rotondes eigenlijk niet nodig, omdat elke toerit in het verlengde van een afrit ligt. Er kan dan worden volstaan met een 'kluifrotonde' zoals rechts in figuur 2.29. Hierin zijn twee rotondes samengevoegd tot één langgerekte rotonde, die zorgt "voor snelle en veilige afwikkeling van het verkeer" [www.crow.nl/duurzaamveilig].

Het is ook mogelijk om één grote, ronde rotonde aan te leggen. In figuur 2.30 is bijvoorbeeld een ontwerp voor een rotonde boven een primaire weg I weergegeven. Uit de figuren blijkt wel dat de kluifrotonde een grotere oppervlakte beslaat, wat in een stedelijke omgeving de inpasbaarheid bemoeilijkt. Er is echter geen literatuur gevonden waaruit blijkt welke oplossing veiliger of goedkoper is bij dezelfde capaciteit.

2.12.2 Begripsbepaling: verkeerspleinen en rotondes

In 1991 is door J. Ploeger en T. Oenema voorgesteld deze begrippen als volgt te hanteren:

- Verkeersplein: 'Gelijkvloers kruispunt van wegen waar het verkeer in rondgaande beweging wordt afgewikkeld'.
- Rotonde: 'Verkeersplein waarop het verkeer voorrang heeft en waarop de wegen radiaal aansluiten'.

Het belangrijkste voordeel van rotondes t.o.v. andere typen gelijkvloerse kruispunten, is dat het fysiek onmogelijk is om met hoge snelheid over het kruispunt te rijden. Daardoor is de kans op ernstige ongevallen veel kleiner. Bovendien worden de conflicten goed over het kruispunt verspreid. Rotondes zijn daarom in veel situaties het meest veilige kruispunttype. Er zijn dan twee redenen waarom een rotonde toch niet mogelijk zou kunnen zijn:

- De intensiteiten zijn zo groot dat rotondes te weinig capaciteit hebben.
- Zelfs de meest compacte rotonde die gezien de intensiteiten aanvaardbaar is, is ruimtelijk niet inpasbaar.



Figuur 2.29 Links: Halfklaverblad-aansluiting van de N57 op de A58 bij Middelburg [www.rovz.nl/infrastructuur]
 Rechts: Haarlemmermeer-aansluiting met kluifrotonde [www.crow.nl/duurzaamveilig]



Figuur 2.30 Ontwerp voor herinrichting van een zwart punt: Kruispunt N31 - Koningin Astridlaan [www.brugge.be]

2.12.3 Capaciteit

Om te bepalen of een rotonde mogelijk is en welk type rotonde dan het meest geschikt is, wordt gebruik gemaakt van het Nederlandse 'Handboek Wegontwerp'. "Een rotonde kan doorgaans worden toegepast als de som van de toeleidende stromen kleiner is dan de grenswaarde. Voor een enkelstrooksrotonde wordt als grenswaarde circa 20.000 à 25.000 mvt/etmaal aangehouden. Bij een tweestrooksrotonde met dubbele toe- en afritten ligt de verwerkingscapaciteit rond de 35.000 à 40.000 mvt/etmaal. Bij een tweestrooksrotonde met

enkelstrooks toe- en afritten is de capaciteit ongeveer 10 tot 20% hoger dan bij een enkelstrooksrotonde. Als sprake is van fietsers of voetgangers aan wie voorrang respectievelijk vrije doorgang verleend moet worden, moeten de laagste waarden worden aangehouden. De hoogste waarden gelden voor situaties waar fietsers en voetgangers afwezig zijn of geen voorrang hebben en niet hoeven voor te laten gaan.” [CROW, 2000a, p. 80]

Deze vuistregel wordt in tabel 2.18 samengevat. De typen rotondes staan op volgorde van de grenswaarde.

Rijstroken op rotonde	Toe- en afritten	Fietsers en voetgangers	Grenswaarde
Eén strook	Eén strook	Hebben voorrang	20.000 mvt/etmaal
Twee stroken	Eén strook	Hebben voorrang	22.000 mvt/etmaal
Eén strook	Eén strook	Niet aanw. of geen voorrang	25.000 mvt/etmaal
Twee stroken	Eén strook	Niet aanw. of geen voorrang	27.500 mvt/etmaal
Twee stroken	Twee stroken	Hebben voorrang	35.000 mvt/etmaal
Twee stroken	Twee stroken	Niet aanw. of geen voorrang	40.000 mvt/etmaal

Tabel 2.18 Grenswaarden (maximale totale intensiteit) voor verschillende typen rotondes

2.12.4 Veiligheid voor fietsers

Omdat deze beslisboom vooral wordt gemaakt voor zeer onveilige kruispunten, mag niet alleen de capaciteit een rol spelen bij de keuze van het meest geschikte type rotonde. Vooral het meest veilige voorrangregime voor fietsers is een belangrijk aspect. In Nederland geldt buiten de bebouwde kom de voorrangregeling 'fietsers uit de voorrang', maar binnen de bebouwde kom is er geen eenduidige regeling. Volgens het CROW (Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek) zouden rotondes met 'fietsers in de voorrang' "iets minder veilig" zijn dan rotondes met 'fietsers uit de voorrang'. “Uit het recente SWOV-onderzoek blijkt echter dat naar schatting tussen de 52 en 73 meer ziekenhuisgewonden zouden vallen als op alle rotondes de regeling 'fietsers in de voorrang' zouden zijn.” [SWOV, 2005, p. 2]

De SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid) raadt dus aan om op alle rotondes met vrijliggende fietspaden het gemotoriseerde verkeer voorrang te geven. Daardoor vallen in tabel 2.18 het eerste, het tweede en het vijfde type af. Overigens blijft voorrang voor voetgangers op zebrapaden (voetgangersoversteekplaatsen) mogelijk, maar hier wordt geen noemenswaardige vertraging van verwacht.

De resterende drie typen rotondes staan niet alleen op volgorde van oplopende grenswaarde, maar ook van oplopende kostprijs en oplopend ruimtebeslag. Daarom zal in stroomschema 4 in diezelfde volgorde worden getoetst of er een geschikt type rotonde is.

2.12.5 Conflictbelasting

Naast deze etmaalvuistregels kan ook de conflictbelasting voor elk uur worden gecontroleerd. “De conflictbelasting is de som van de intensiteit op een toeleidende weg en de intensiteit op de rotonde ter hoogte van de toeleidende weg. Voor een enkelstrooksrotonde wordt als maximale conflictbelasting 1500 pae/h aangehouden. De maximale conflictbelasting bij een tweestrooksrotonde met tweestrooks toe- en afritten ligt 40 tot 60% hoger, namelijk rond de 2100 tot 2400 pae/h. Per toeleidende weg kan de intensiteit worden getoetst aan de vuistregel.” [CROW, 2000a, p. 80]

Ter verduidelijking van de bepaling van de conflictbelasting wordt nu een viertaksrotonde als voorbeeld genomen. Verkeer dat van de noordelijke toeleidende weg komt ($8 + \exists + 9$), komt bij het oprijden van de rotonde in conflict met verkeer op drie andere herkomstbestemmingsrelaties: $: + ! + >$. De conflictbelasting van deze toeleidende weg is dus de som van de intensiteiten $8 + \exists + 9 + : + ! + >$ in personenauto-equivalenten per uur (pae/h).

“In sommige gevallen is niet één van de toeritten, maar één van de afritten maatgevend. Als vuistregel voor de capaciteit van een enkelstrooksafrit kan 1500 pae/h en voor een tweestrooksafrit 2500 pae/h worden aangehouden.” [CROW, 2000a, p. 80] De afritintensiteit op de noordelijke afrit van een viertaksrotonde is bijvoorbeeld de som van de intensiteiten $+ \# + <$ in personenauto-equivalenten per uur.

De conflictbelastingen en afritintensiteiten zouden ook *in plaats van* de totale etmaalintensiteit als criterium gebruikt kunnen worden. Maar de criteria zouden dan niet volledig zijn voor dubbelstrooksrotondes met enkelstrooks toe- en afritten. Daarom is ervoor gekozen om in stroomschema ④ een type rotonde pas geschikt te verklaren als die voldoet aan *alle* criteria.

2.12.6 Turborotondes en andere typen rotondes

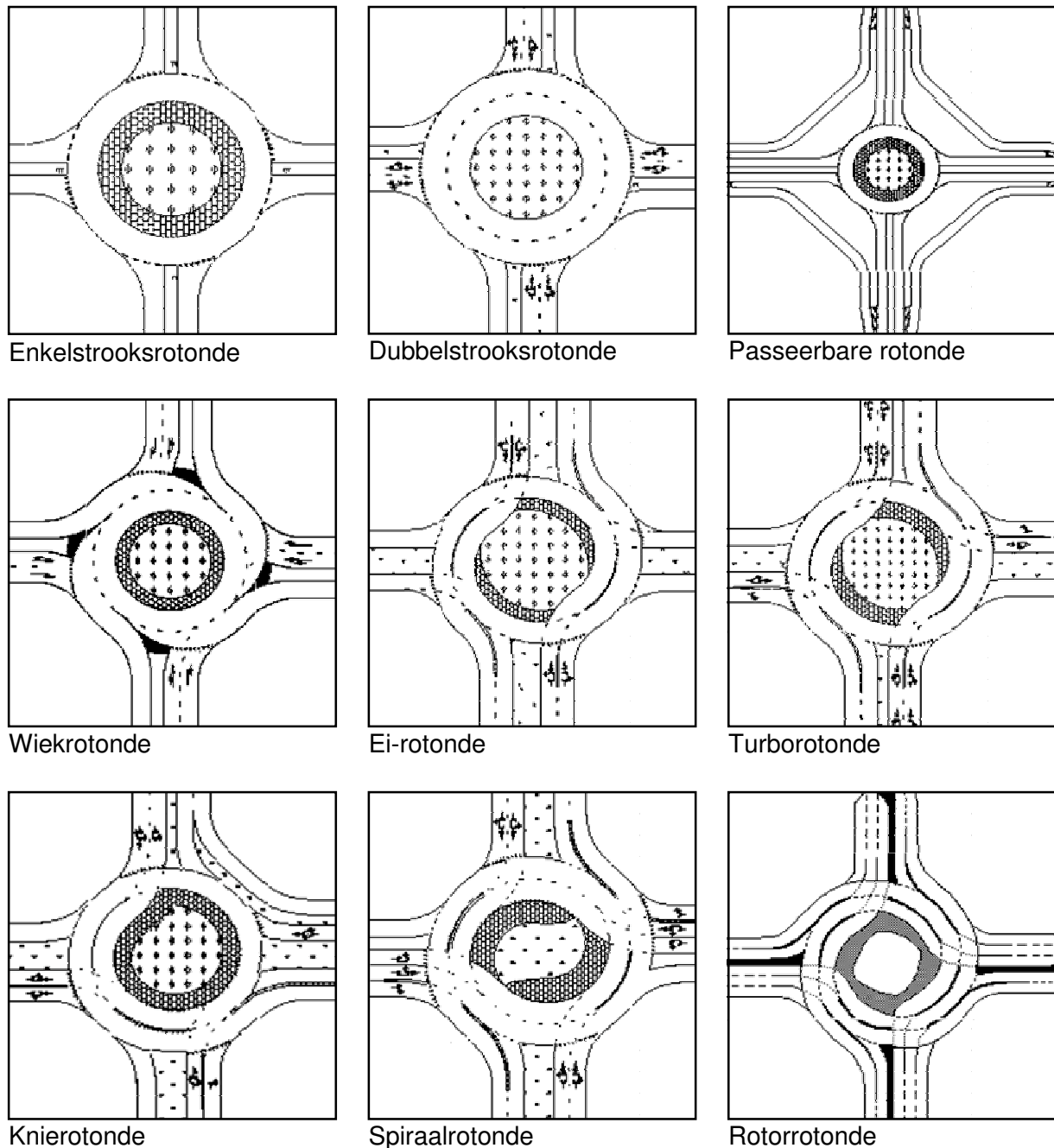
Eigenlijk zijn er veel meer rotondetypen te onderscheiden, zoals in figuur 2.31 en 2.32 te zien is. De keuze tussen deze subtypen laat zich echter niet in een stroomschema vangen. Wel heeft de Provincie Zuid-Holland een *spreadsheet* beschikbaar gesteld waarmee de geschiktheid van elk type getoetst kan worden, afhankelijk van de intensiteiten op de 12 relaties bij een viertaksrotonde. De *spreadsheet* is te downloaden op 'www.pzh.nl/images/126_75211.xls' en in stroomschema ④ (zie figuur 2.33) wordt er indien nodig naar verwezen.



Figuur 2.31 Turborotonde N459/A12 bij Reeuwijk, met rechts de rijstrookscheiding. [www.crow.nl/duurzaamveilig]

2.12.7 Ruimtelijke inpasbaarheid

In stroomschema ④ wordt enkel de capaciteit getoetst en wordt gekozen voor het kleinste, goedkoopste type rotonde dat voldoende capaciteit heeft. In de bebouwde omgeving is het echter toch mogelijk dat dit type rotonde ruimtelijk niet inpasbaar is. Daarom zal in elk stroomschema dat naar stroomschema ④ verwijst, getoetst moeten worden of het gekozen type inpasbaar is. Als dat niet het geval is, dan zal alsnog een 'klassiek' kruispunttype gekozen moeten worden.

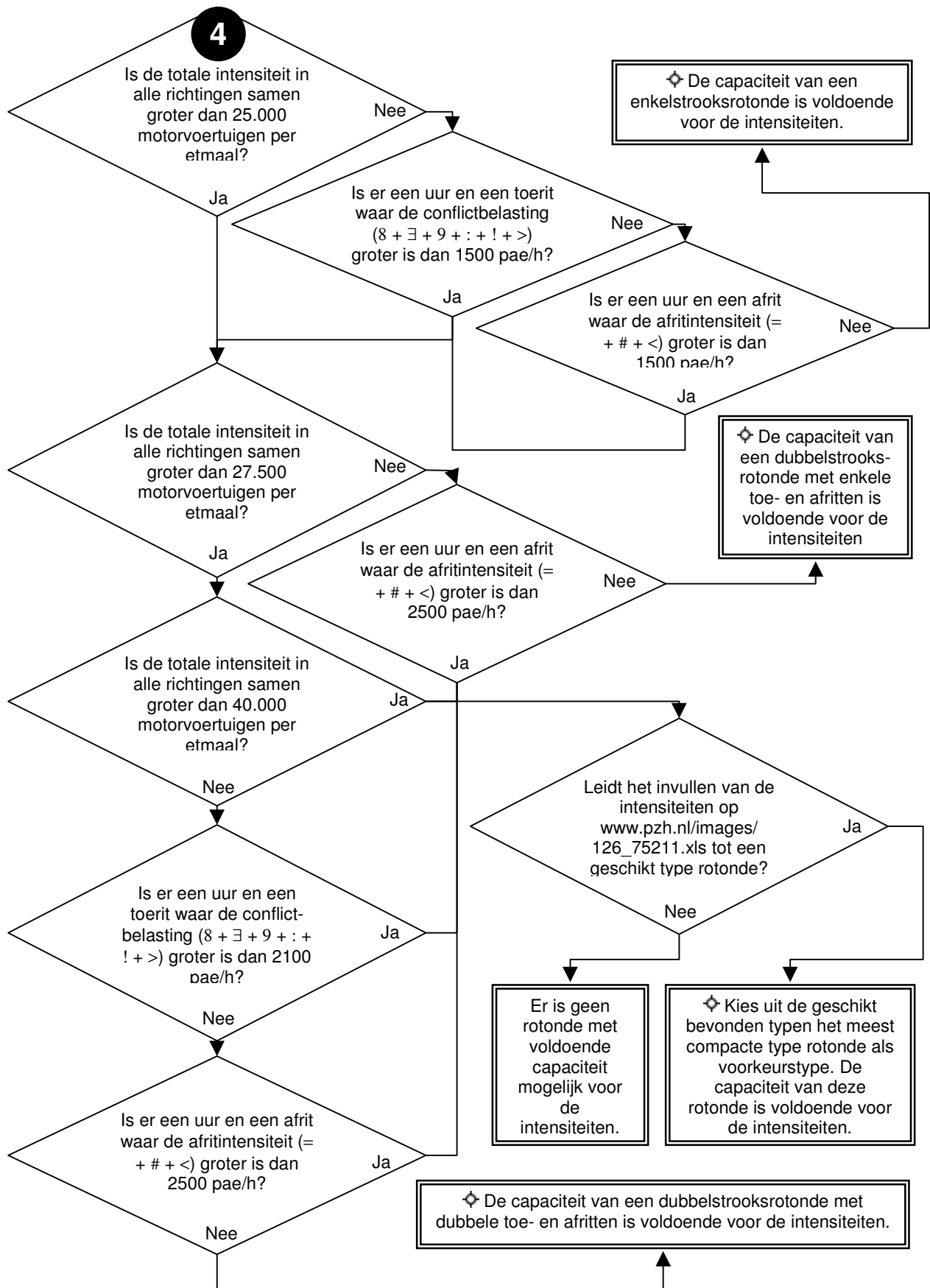


Figuur 2.32 Negen typen rotondes die in de *spreadsheet* doorgerekend kunnen worden [www.pzh.nl]

2.13 Verkeerslichten en voorrangskruispunten

2.13.1 Verkeerspleinen

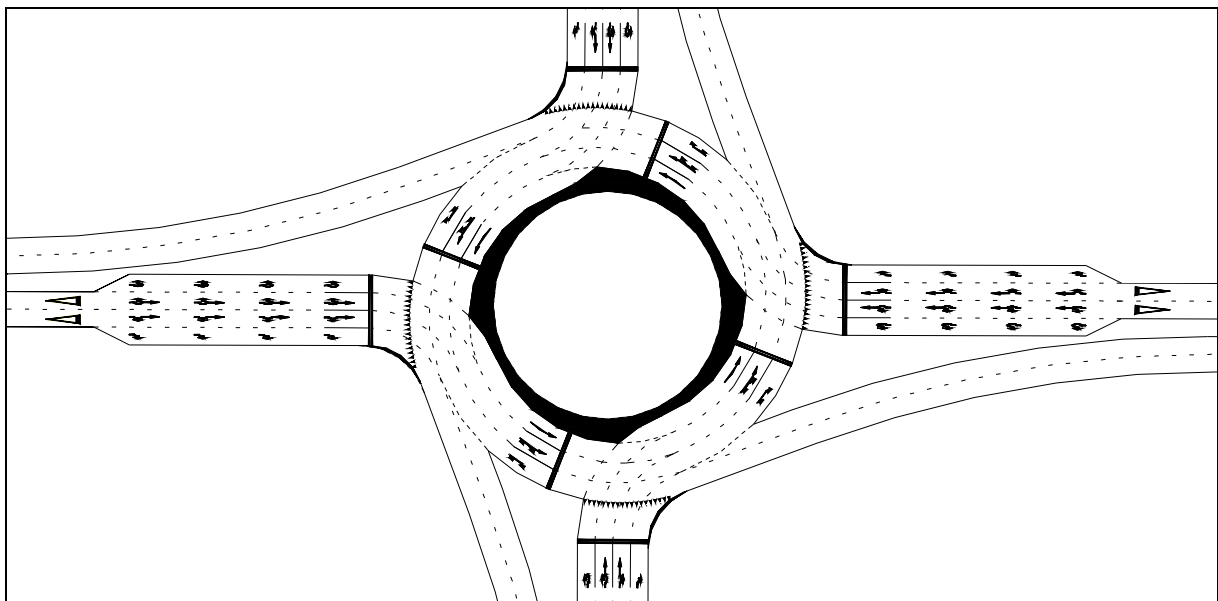
Omdat gemotoriseerd verkeer op een rotonde voorrang heeft, kan de capaciteit van een rotonde te klein zijn; hoeveel rijstroken er ook worden aangelegd. In een dat geval kan voor een verkeersplein met verkeerslichten worden gekozen. Het verkeer maakt dan nog wel een ronddraaiende beweging, maar verkeer op de rotonde heeft niet meer automatisch voorrang. De capaciteit wordt door een verkeersregelininstallatie (VRI) in de tijd verdeeld over de naderende verkeersstromen. In figuur 2.34 en 2.35 zijn twee voorbeelden van verkeerspleinen met verkeerslichten te zien.



Figuur 2.33 Stroomschema 4



Figuur 2.34 Verkeersplein Kooimeer bij Alkmaar [www.vandegeer.nl/pages/kooimeer.html]



Figuur 2.35 Turboplein met spiraalbelijning [Fortuyn en Carton, 2000, p. 12]

2.13.2 Traditioneel kruispunt met of zonder verkeerslichten

Natuurlijk kunnen ook 'traditionele' kruispunten (waar het verkeer niet ronddraait) worden uitgerust met een verkeersregelinstantie (VRI). Dit type wordt hier 'lichtengeregeld kruispunt' genoemd, of kortweg 'verkeerslichten'. Vanwege de kans op uitval van de verkeersregelinstantie, moeten ook haaiantanden en verkeersborden worden geplaatst om de voorrang te regelen. Net als voorrangskruispunten nemen ze minder ruimte in dan rotondes.

In de jaren zeventig ontwikkelde P. Slop een eenvoudig criterium om te beoordelen of verkeerslichten gerechtvaardigd zijn. Dit is het geval als een ongeregelde situatie meer verliestijd veroorzaakt dan een met verkeerslichten geregelde situatie. De methode maakt

gebruik van de intensiteiten op de hoofdweg (de drukst bereiden weg) en de zijweg of zijwegen voor het 8e drukste uur van een gemiddelde dag als besliscriterium.

Door het gebruik van personenauto-equivalenten (pae's) kunnen onder meer fietsen mee in beschouwing worden genomen. Fietsen tellen mee als 0,2 pae, motorfietsen als 0,4 pae, vrachtwagens zonder aanhanger als 1,5 pae, vrachtwagens met aanhanger als 2,3 pae en bussen als 2,0 pae [Zuylen, Van, 2002, p.73].

Het criterium wordt uitgedrukt in de waarde van α :

$$\alpha = \frac{i_z}{i_1} \left(-1 + \sqrt{1 + \beta \cdot \frac{i_h}{i_z}} \right),$$

waarin de volgende symbolen worden gebruikt:

- i_h = de intensiteit in personenauto-equivalenten in het op 7 na drukste uur op de hoofdweg (som van beide rijrichtingen, dus bijvoorbeeld ; + # + : + 8 + ∃ + 9).
- i_z = de intensiteit in personenauto-equivalenten in het op 7 na drukste uur op de zijweg met het meeste verkeer (drukste naderingsrichting, dus bijvoorbeeld < + ! + > óf ? + ∇ + =).
- i_1 en β kunnen worden bepaald uit tabel 2.19:



Figuur 2.36 Conflictvrij geregelde verkeerslichten met snelheidsremmende, ongevalkans verlagende voorziening. [www.crow.nl/duurzaamveilig] "Op kruispunten met conflictvrije verkeerslichten gebeuren tot dertig procent minder ongevallen." [De Standaard, 03-05-2006]

Aantal rijstroken op hoofdweg, over grotere afstand in elk van beide rijrichtingen	Aantal opstelstroken op zijweg per naderingsrichting	Maximum snelheid (km/h)			
		50		Meer dan 50	
		i_1	β	i_1	β
1	1	300	2,4	210	2,4
2 of meer	1	300	2,0	210	2,0
1	2 of meer	400	3,2	280	3,2
2 of meer	2 of meer	400	2,7	280	2,7

Tabel 2.19 Parameters voor de methode Slop

Als $i_z \leq 75$ pae per uur, dan is de intensiteit te laag om verkeerslichten te overwegen. [Zuylen, Van, 2002, p.22]

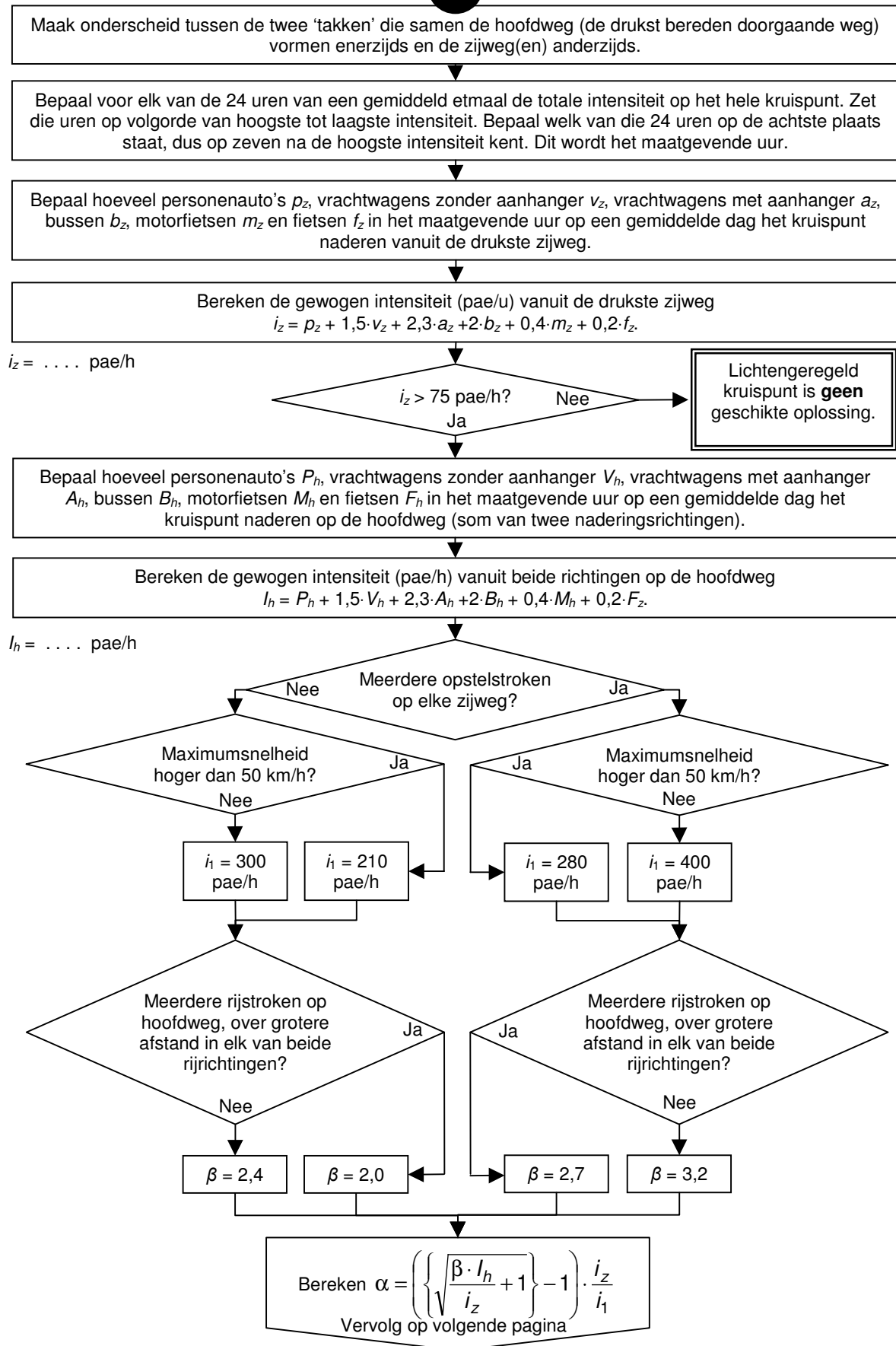
Bij kruispunten met vier takken geldt het volgende criterium:

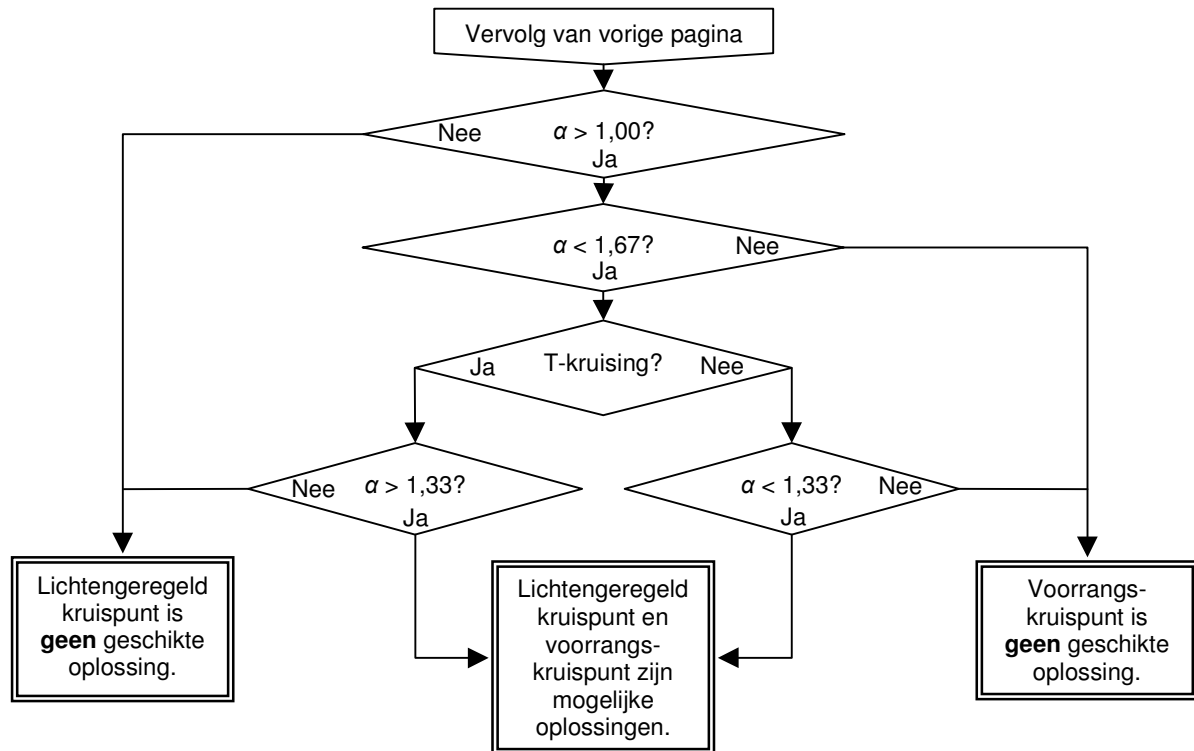
- Als $\alpha \leq 1,00$, dan zijn de nadelen van verkeerslichten groter dan de voordelen en zijn verkeerslichten ongewenst.
- Als $\alpha \geq 1,33$, dan zijn verkeerslichten noodzakelijk. Althans, in vergelijking met een voorrangskruispunt. Een rotonde of ongelijkvloerse kruising is door een hoge waarde van α nog niet uitgesloten, maar een voorrangskruispunt wel.
- Bij $1,00 < \alpha < 1,33$ zijn verkeerslichten niet ongewenst maar ook niet noodzakelijk. Andere factoren moeten dan de doorslag geven.

Bij T-kruispunten wordt met hogere waarden voor α gerekend, namelijk $\alpha = 1,33$ respectievelijk 1,67 in plaats van 1,00 respectievelijk 1,33.

Dit criterium is verwerkt in stroomschema ⑤ (zie figuur 2.37).

5





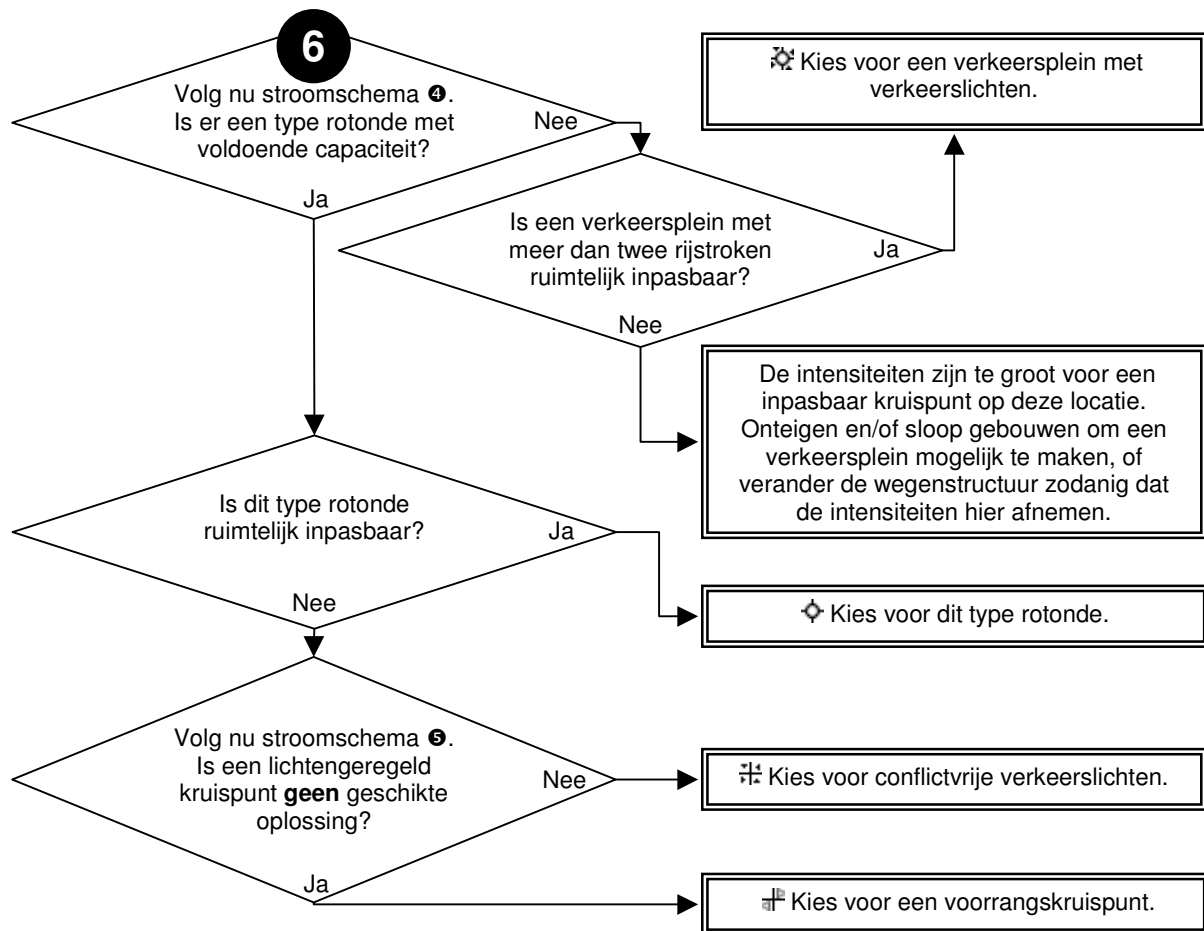
Figuur 2.37 Stroomschema 6

2.13.3 Gelijkvloers kruispunt met een gebiedsontsluitingsweg

“Kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen onderling en tussen gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen worden gelijkvloers uitgevoerd. Hierbij zijn de volgende mogelijkheden denkbaar:

- A. Rotonde (⊕)
- B. Met verkeerslichten geregeld kruispunt (⊖)
- C. Kruispunt met voorrangregeling (⊖, al dan niet op een voorrangsweg)

Vanuit het oogpunt van Duurzaam Veilig is de bovenstaande volgorde de voorkeursvolgorde. (...) Rotondes hebben in verband met de veiligheid in principe de voorkeur. Indien blijkt dat de capaciteit niet voldoende is, kan gekozen worden voor een met VRI's (verkeerslichten) geregeld kruispunt.” [CROW, 2000a, p. 79] Deze voorkeursvolgorde is verwerkt in stroomschema 6 (zie figuur 2.38). Als een rotonde echter niet mogelijk is door een te hoge intensiteit, kan ook van een gewoon lichtengeregeld kruispunt of een voorrangskruispunt niet voldoende capaciteit worden verwacht. In dat geval wordt voor een verkeersplein met verkeerslichten (⊖) gekozen.














































































































































































Figuur 2.38 Stroomschema 6

Dit stroomschema is van toepassing op kruispunten tussen gebiedsontsluitingswegen onderling en tussen gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen. Volgens de vertaling in tabel 2.13 moet dit schema in Vlaanderen dus gevolgd worden bij een kruispunt tussen:

- twee primaire wegen II
- een primaire weg II en een secundaire weg
- een primaire weg II en een lokale weg III (dit is echter een te groot niveauverschil)
- twee secundaire wegen
- een secundaire weg en een lokale weg III

In de desbetreffende cellen in tabel 2.20 wordt naar stroomschema 6 verwezen.

Tabel 2.20  = Knooppunt  = Haarlemmermeer-aansluiting  = Halfklaverblad-aansluiting
 = Afsluiten  = Upgraden  = Downgraden
 = Ronde  = Lichtengeregeld verkeersplein  = Conflictvrije verkeerslichten
 = Voorrangskruispunt

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	 Volg ①	 Volg ①	   Volg ③	   Volg ③	   Volg ③	   Volg ③	   	   	   	   
Primaire weg Verbinden op Vlaams niveau I	 Volg ①	 Volg ①	 Volg ②	 Volg ②	 Volg ②	 Volg ②	 	 	 	 
Primaire weg Verzamelen op Vlaams niveau II	  Volg ⑤	 Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	 	 	 	 
Secundaire weg Verbinden op bovenlo-kaal niveau I	  Volg ⑤	 Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥			   	  Volg ⑥
Secundaire weg Verzamelen op bovenlo- kaal niveau II	  Volg ⑤	 Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥			  Volg ⑥	  Volg ⑥
Secundaire weg Verbinden voor OV en fietsverkeer op bovenlo- kaal niveau III	  Volg ⑤	 Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥			   	  Volg ⑥
Lokale weg Lokale gebiedsont- sluitingsweg II	   	   	   							
Lokale weg Erftoegangs weg in ver- blijfsgebied IIIA	   	   	   	   	  Volg ⑥	   	   			
Lokale weg Erftoegangs weg in bui- tengebied IIIB	   	   	   	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥				

2.13.4 Kruispunt met een lokale weg

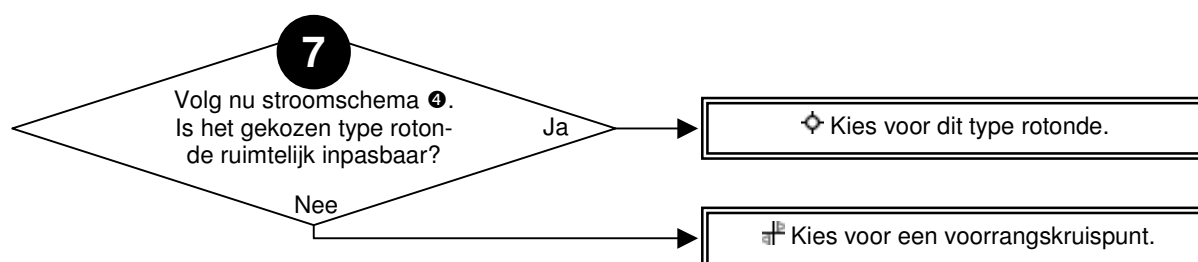
De tabel die de eerste stap van de beslisboom moet vormen is nu bijna volledig ingevuld; alleen kruispunten met lokale wegen ontbreken nog. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de aanbevelingen, die de werkgroep Categorisering Lokale Wegen van de administratie Wegen en Verkeer (AWV) heeft gedaan voor de inrichting van verschillende categorieën lokale wegen. [Donné, 2004, p. 27] De inrichtingsvoorstellen voor kruispunten zijn overgenomen in tabel 2.21.

Voor een kruispunt tussen een secundaire weg en een (lokale) verbindingsweg zijn volgens deze tabel dezelfde kruispunttypen geschikt, als voor de kruispunten waar stroomschema ⑥ voor geschreven is. Daarom wordt in de betreffende cellen naar schema ⑥ verwezen.

Tabel 2.21 Inrichtingsvoorstellen voor kruispunten [Donné, 2004, p. 23]

	Verbindingsweg	Ontsluitingsweg	straat met verblijfsfunctie	landelijke weg
Secundaire weg	<ul style="list-style-type: none"> • Verkeerslichten • Ronde • Voorrangsweg B9 • Middengeleider 	<ul style="list-style-type: none"> • Ronde • Voorrangsweg B9 • Middengeleider 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B9 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B9
Lokale verbindingsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtengeregeld • Ronde 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Ronde • Middengeleider • Afwijkende lichtkleur op kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Uitritconstructie • Afwijkende lichtkleur op kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Bakenaalje met rode band
Stadsontsluitingsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Lichtengeregeld • Ronde • Voorrangsweg B15 • Middengeleider • Afwijkende lichtkleur op kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Middengeleider • Verhoogd kruispunt (50 km/uur) • Accentverlichting 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Uitritconstructie • Afwijkende lichtkleur 	
Gebiedsontsluitingsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Ronde • Middengeleider • Afwijkende lichtkleur op kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrang van rechts (50 km/uur) • (Mini)ronde • Verhoogd kruispunt (50 km/uur) • Accentverlichting 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Voorrang van rechts • Uitritconstructie • Afwijkende lichtkleur • Verhoogd kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrangsweg B15 • Bakenaalje met rode band
Erftoegangsweg			<ul style="list-style-type: none"> • Voorrang van rechts • Verhoogd kruispunt 	<ul style="list-style-type: none"> • Voorrang van rechts • Verhoogd kruispunt
Landelijke weg				<ul style="list-style-type: none"> • Voorrang van rechts • Verhoogd kruispunt

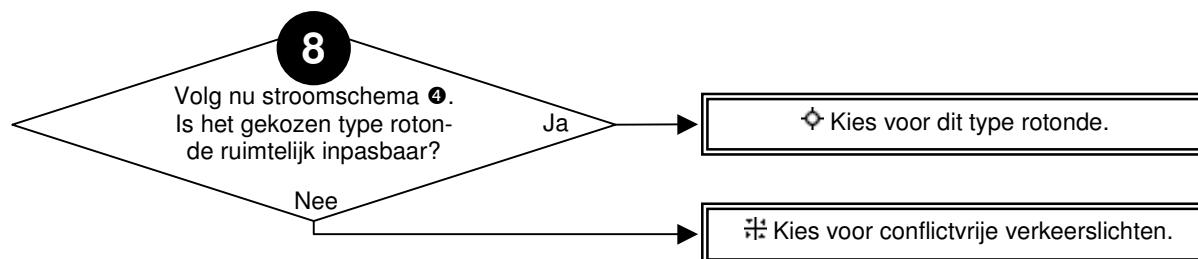
Een kruispunt tussen een lokale (gebieds)ontsluitingsweg en een secundaire weg of lokale verbindingsweg blijkt als een voorrangskruispunt of een rotonde te moeten worden uitgevoerd. Een rotonde wordt weer als veiligste oplossing beschouwd. Het vinden van een type rotonde met voldoende capaciteit zal bij een lokale ontsluitingsweg geen probleem zijn. Alleen als de meest compacte rotonde met voldoende capaciteit niet inpasbaar is in de omgeving, moet voor een voorrangskruispunt worden gekozen. Dit is verwerkt in stroomschema 7 (zie figuur 2.39).



Figuur 2.39 Stroomschema 7

Waar twee (stads)ontsluitingswegen elkaar ontmoeten wordt voor een voorrangskruising gekozen. Dit geldt ook voor een landelijke weg die een weg van een hogere categorie ontmoet.

Een kruispunt tussen twee lokale verbindingswegen dient volgens tabel 2.21 als een lichtengeregeld kruispunt of als een rotonde te worden uitgevoerd. Dit is uitgewerkt in stroomschema 8 (zie figuur 2.40).



Figuur 2.40 Stroomschema 8

In tabel 2.22 wordt naar deze stroomschema's verwezen.

Tabel 2.22
 ⌘ = Knooppunt
 ⌘ = Afsluiten
 ⬡ = Rotonde
 ⌘ = Voorrangskruispunt
 ⌘ = Haarlemmermeer-aansluiting
 ⌘ = Upgraden
 ⬡ = Lichtengeregeld verkeersplein
 ⌘ = Halfklaverblad-aansluiting
 ⌘ = Downgraden
 ⌘ = Conflictvrije verkeerslichten

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	⌘ Volg 1	⌘ Volg 1	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3
Primaire weg Verbinden op Vlaams niveau I	⌘ Volg 1	⌘ Volg 1	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3
Primaire weg Verzamelen op Vlaams niveau II	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3
Secundaire weg Verbinden op bovenlo-kaal niveau I	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 6
Secundaire weg Verzamelen op bovenlo- kaal niveau II	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 6
Secundaire weg Verbinden voor OV en fietsverkeer op bovenlo- kaal niveau III	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 2	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 6
Lokale weg Lokale verbindings- weg I	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 8	⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ Volg 3	⌘
Lokale weg Lokale gebiedsont- sluitingsweg II	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 7	⌘ ⌘ Volg 7	⌘		⌘
Lokale weg Erftoegangs weg in ver- blijfsgebied IIIA	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3			
Lokale weg Erftoegangs weg in bui- tengebied IIIB	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ Volg 3	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘ ⌘ ⌘ ⌘ Volg 6	⌘	⌘		

2.14 Gelijkwaardige kruispunten

2.14.1 Shared Space: geen verkeersstekens in verblijfsgebied

Volgens de nieuwe visie op de openbare ruimte 'Shared Space' is een zone 30 waar de voorrang niet expliciet geregeld wordt, een prima middel om sociaal gedrag te bevorderen. Volgens deze visie moet het aantal verkeersborden, -drempels en -lichten in verblijfsgebied verminderd worden. Want "60 tot 70 procent van de ongevallen zijn zogenoemde 'voorrangsongevallen'. (...) Als verschillende soorten weggebruikers een ruimte moeten delen, en de voorrang is niet expliciet geregeld, dan moeten ze onderhandelen over de voorrang en dus oogcontact maken. Dat kan pas wanneer de snelheid lager ligt dan 30 km/h. Op plekken waar de voorrang niet expliciet is geregeld, gaat de snelheid van automobilisten dus automatisch omlaag." [Provincie Fryslân, 2005, p. 40-41]



Figuur 2.41 Twee kruispunten waar de voorrang niet expliciet geregeld is. Links: Kruispunt met vijf takken op de Brink in Oosterwolde. Rechts: Kruispunt in Makkinga, waar men, geïnspireerd door verkeersplanoloog Hans Monderman, alle verkeersborden en wegmarkeringen verwijderde. [www.hamilton-baillie.co.uk]

2.14.2 Kruispunt tussen erftoegangswegen

In dit geval is het eenvoudig te bepalen op welke Vlaamse categorie deze richtlijn betrekking heeft. Het gaat namelijk duidelijk om woonstraten en winkelstraten in verblijfsgebied, waar verblijven de hoofdfunctie is. Deze karakteristieken laten zich met tabel 2.11 vertalen naar de lokale weg IIIA (Erftoegangsweg A).

Volgens het Nederlandse 'Handboek wegontwerp – Erftoegangswegen' moeten ook de kruispunten tussen erftoegangswegen *buiten* de bebouwde kom (in Vlaanderen 'lokale weg IIIB') in beginsel gelijkwaardig zijn. [CROW, 2000a, p. 75] Het gelijkwaardige kruispunttype kan de vorm van een T-splitsing of Y-splitsing hebben, of juist van een kruispunt met vijf takken (⊕) zoals links in figuur 2.41. Toch wordt voor al deze kruispunten een symbool met vier takken (+) gebruikt. Deze vereenvoudiging werd stilzwijgend ook voor de andere kruispunttypen toegepast.

Volgens tabel 2.21 geldt ook 'voorrang van rechts' op een kruispunt tussen erftoegangswegen op de grens tussen landelijk gebied en verblijfsgebied. Daarom worden alle ontmoetingen tussen erftoegangswegen in tabel 2.23 met een '+' aangeduid.



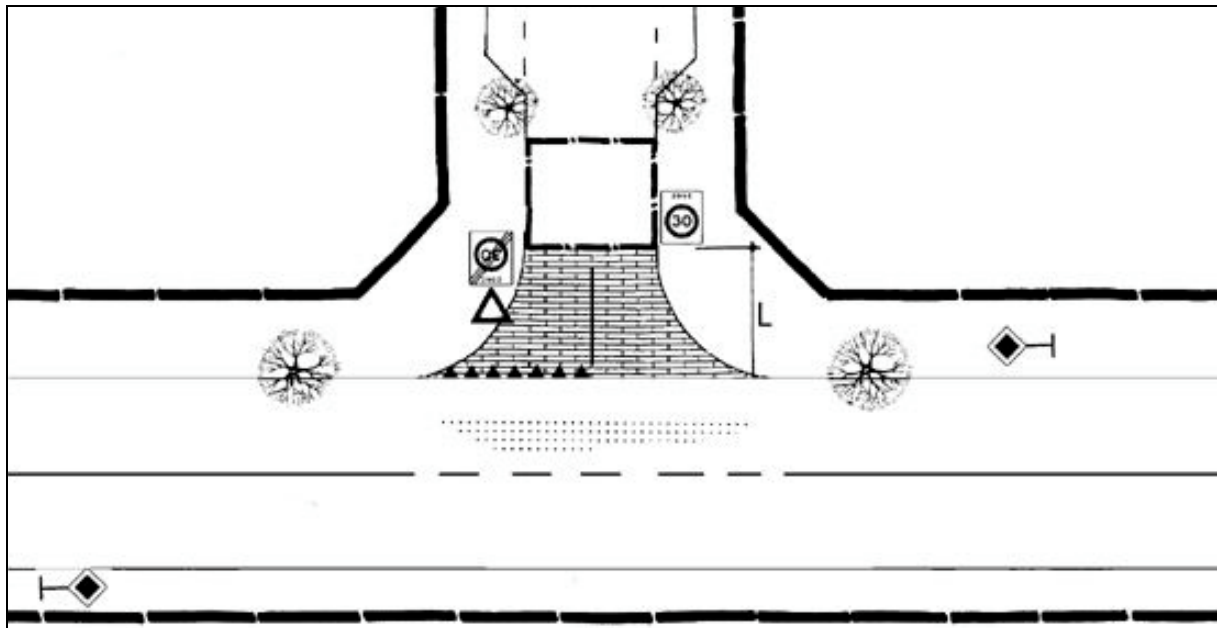
Figuur 2.42 Snelheidsremmende 'punaises' benadrukken de gelijkwaardigheid [www.crow.nl/duurzaamveilig]

2.15 Uitritconstructies

Een kruispunt tussen een lokale ontsluitingsweg en een erftoegangsweg in verblijfsgebied wordt volgens tabel 2.21 uitgevoerd als voorrangskruispunt of als uitritconstructie. Het verkeer dat uit de erftoegangsweg komt moet dus voorrang geven aan verkeer op de ontsluitingsweg. Dit is met inbegrip van voetgangers op de ontsluitingsweg, als voor een uitritconstructie wordt gekozen. Bovendien maakt een uitritconstructie hoge snelheden op de zijweg fysiek onmogelijk, dus een uitritconstructie heeft in principe de voorkeur boven een voorrangskruispunt.



Figuur 2.43 Uitritconstructie uitgevoerd met blokken (links) of met hoekelementen (rechts) [www.crow.nl/asvv]



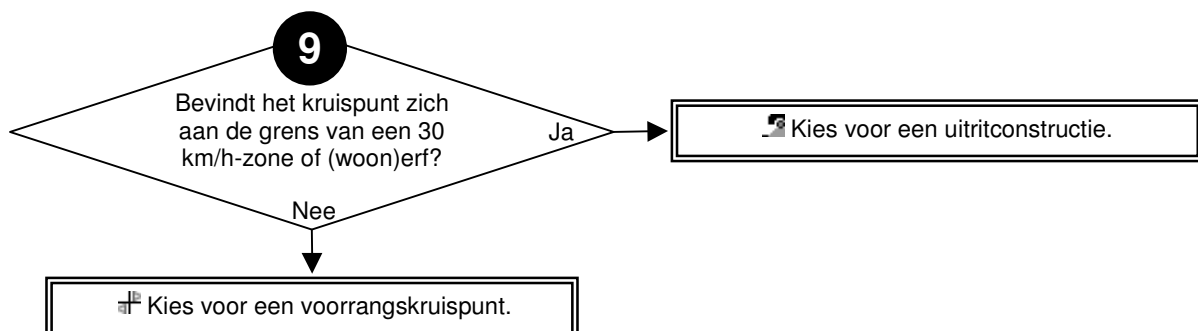
Figuur 2.44 De grens van een 30 km/h-zone, uitgevoerd als voorrangskruispunt i.p.v. uitrit [www.crow.nl/asvv]

“Uitritten kunnen voorkomen bij de aansluiting van:

- A. een 30 km/h-zone op een gebiedsontsluitingsweg;
- B. een woning, garage, particulier terrein of bedrijfsterrein naar een rijbaan;
- C. een parkeerterrein;
- D. erf (woonerf).” [www.crow.nl/asvv]

“Het ‘erf’ is een zone waarvan de kenmerken overeenstemmen met die van het woonerf, maar waar de activiteiten verruimd kunnen zijn tot ambacht, handel, toerisme, onderwijs en recreatie.” [www.wegcode.be]

Alleen in geval A en D is sprake van een kruispunt volgens de hier gehanteerde definitie. Een kruispunt tussen een lokale ontsluitingsweg en een erftoegangsweg in verblijfsgebied wordt dus uitgevoerd als uitritconstructie aan de grens van een 30 km/h-zone of een (woon)erf, en anders als een voorrangskruispunt. Dit is schematisch weergegeven in stroomschema 9 (zie figuur 2.45).



















































































































































































Figuur 2.45 Stroomschema 9

2.16 Het resultaat

Met de kruispunten tussen wegen van de laagste categorieën, is de tabel vervolledigd (zie tabel 2.23). De beslisboom ter bepaling van het meest geschikte kruispunttype en sub-type bestaat in totaal uit één tabel en een negental stroomschema's. Het volledige resultaat van dit hoofdstuk is opgenomen in bijlage 1.

Tabel 2.23

 = Knooppunt
  = Haarlemmermeer-aansluiting
  = Halfklaverblad-aansluiting
 = Afsluiten
  = Upgraden
  = Downgraden
 = Rotonde
  = Lichtengeregeld verkeersplein
  = Conflictvrije verkeerslichten
 = Vorrangskruispunt
  = Gelijkwaardig kruispunt
  = Uitritconstructie

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg				
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB	
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	Volg ①	Volg ①	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	
		Volg ①	  Volg ②	  Volg ②	  Volg ②	  Volg ②	  Volg ②	  Volg ②	  Volg ②	  Volg ②	
Primaire weg Verbinden op Vlaams niveau I	Volg ③	Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	 Volg ⑥	
		Volg ③	  Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	 Volg ⑥	
Secundaire weg Verbinden op bovenlo-kaal niveau I	Volg ③	Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑦	  Volg ⑥	 Volg ⑥	
		Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑦	  Volg ⑥	 Volg ⑥	
		Volg ③	  Volg ②	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑦	  Volg ⑥	 Volg ⑥
Lokale weg Lokale verbindings- weg I	Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ③	  Volg ⑦	  Volg ③	
		  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ⑦	  Volg ⑦	  Volg ⑦	  Volg ⑦	  Volg ⑦	  Volg ⑦	 Volg ⑦
		  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	 Volg ⑥
		  Volg ③	  Volg ③	  Volg ③	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	  Volg ⑥	 Volg ⑥

Hoofdstuk 3. Kosten-batenanalyse van herinrichting zwarte punten

3.1 Inleiding

Een kosten-batenanalyse is een evaluatiemethode waarbij een zoveel mogelijk gekwantificeerd overzicht wordt gegeven van de voor- en nadelen van projecten of maatregelen. Deze voor- en nadelen worden in de vorm van kosten- en batenposten op een kosten-batenbalans weergegeven. Daarbij wordt ernaar gestreefd de posten zoveel mogelijk in geld te waarderen. [De Brabander, 2005, p. 23]

Voor het in §1.2.2 geformuleerde doel wordt gekozen voor een maatschappelijke kosten-batenanalyse, ook wel 'sociale kosten-batenanalyse' genoemd. In tegenstelling tot een private kosten-batenanalyse, wordt hier gekeken naar het maatschappelijk rendement. Daarbij worden niet alleen kosten en opbrengsten van financiële aard beschouwd, maar ook ruimere sociale effecten waaronder externe effecten. [De Brabander, 2005, p. 23]

In 2000 schreven het Centraal Planbureau (CPB) en het Nederlands Economisch Instituut (NEI) een leidraad voor het uitvoeren van kosten-batenanalyses van infrastructuurprojecten in Nederland: de OEEI-leidraad. [Weseman en Devillers, 2003, p. 13-44] In 2005 verscheen een Vlaamse handleiding voor kosten-batenanalyse met de titel "Investerings in verkeersveiligheid in Vlaanderen". Dit boek werd geschreven door Bram De Brabander, die als econoom verbonden is aan de Universiteit Hasselt en aan het Steunpunt Verkeersveiligheid. De handleiding wordt in dit hoofdstuk toegepast op de herinrichting van een zwart punt in Vlaanderen.

TV 3V houdt in een zwarte-puntendatabase alle belangrijke gegevens van zwarte punten en de voortgang van hun ontwerp en uitvoering bij. In de database bevinden zich gegevens van 1467 gevaarlijke locaties in Vlaanderen. Veel van deze locaties worden niet aangepakt in het kader van het zwarte-puntenprogramma van TV 3V; bijvoorbeeld omdat de situatie inmiddels al door de AWW verbeterd is. Ook zijn sommige locaties die dicht bij elkaar liggen geclusterd tot één projectcluster.

Op 13 februari 2006 waren er 599 projecten in behandeling. Daarvan waren er:

- 170 waarvan het definitief ontwerp bezig was
- 201 aanbesteed
- 62 in uitvoering
- 31 uitgevoerd

In het jaarprogramma 2006 worden de laatste 201 van de 800 zwarte punten aangepakt. Daarna zullen alle punten met een gewogen prioriteit van 20 of hoger aangepakt zijn. [wegen.vlaanderen.be]

Het heeft enkel zin om de kosten-batenanalyse uit te voeren voor een project dat zich in de ontwerpfase bevindt en waarvoor een kostenraming uit de voorontwerpfase beschikbaar is. Projecten die zich al in de uitvoeringsfase bevinden of al uitgevoerd zijn, zijn immers niet meer terug te draaien. Volgens de database bevinden 347 projecten zich momenteel (mei 2006) in de ontwerpfase. Alle projecten hebben een zescijferig projectnummer gekregen.

In dit hoofdstuk wordt de kosten-batenanalyse toegepast op een voorbeeld van zo'n project. Er is gekozen voor het project met het laagste projectnummer dat zich in de ontwerpfase

bevindt, namelijk project 001006. Dit project omvat het vervangen van een lichtengeregeld kruispunt in Lier door een 'Hollands complex' (Haarlemmermeer-aansluiting). In figuur 3.1 is een schermafbeelding weergegeven van dit *record* in de zwarte-puntendatabase. Deze database is via een beveiligde internetverbinding beschikbaar gesteld.

Gevaarlijke punten v 1.0.28
 Zoeken in 001006 **Antwerpen**

IDENTIFICATIE
 3V Projectnr 001006 Prior 81 84
 Ident8 N0140001 KmPunt 13.45
 Gewestweg N14 - R16
 Naam 1^e weg Mechelsesteenweg
 Gemeente Lier
 Kruisende weg ring
 3V-streetbeeld

JAARPROGRAMMA
 3V - voorstel
 3V - Definitief 2004
 AWW
 Naam cluster 001002
 Geclusterd met 001002, 001006, 001007, 001051

SITUATIEGEGEVENS
 Cat; Hoofdweg volgens RSV secundaire II
 Snelheid hoofdweg 50
 Type 2^e weg R
 Ident 2^e weg
 Snelheid 2^e weg 90
 Huidige kruispuntsituatie lichtengeregeld

CONTACTPERSONEN
 3V-Partner Grontmij
 3V-Plaats. Ingenieur KVVW
 3V S.V.D. CDP
 3V J.V.D.
 Dienstkring l. Grobbendonk
 Verantw. Politiezone Lier

1/2 Opmerking Intern IngridVL 4/02/2004
 De Lijn: tangens Wilrijk-Lier; geen knelpunt
 Lier GB R16/N14

1/3 Opmerking Extern karinvg 9/12/2003
 Streetbeeld N10 in opmaak: langzaam verkeer
 Interfereert met knelpunten De Lijn volgens nota 07-09-2001 met knelpunt 76

Fase Ontwerp

Statistische...

Period	Aantal ongevallen	Prioriteitscijfer	Fiets-prior	Gewogen Prior	Tot. Doden	Tot Zwaar Gewonden	Tot Licht Gewonden	Fiets Doden	Fiets Zwaar Gewonden	Fiets Licht Gewonden	Aantal Fietsongevalle
1997-1999	34	66	6	69	0	2	60	0	0	6	5
1998-2000	30	71	5	74	0	7	50	0	1	2	3
1999-2001	39	81	5	84	0	7	60	0	1	2	3
2000-2003											
2002-2004											

ProjN^o Gemeente Provincie Ident8 Kruisende weg 3V-streetbeeld 3V Jaarprogramma

001002	Lier	Antwerpen	R0160001	Aarschotsesteenweg		2004
001003	Aartselaar	Antwerpen	A0120001	Cleydaallaan	A12 / N177	2006
001004	Turnhout	Antwerpen	N1400001	ring		2003
001005	Mechelen	Antwerpen	N0010011	ring		2003
001006	Lier	Antwerpen	N0140001	ring		2004
001007	Lier	Antwerpen	N0100001	ring		2004
001008	Antwerpen	Antwerpen	A0120001	Dijkstraat		
001009	Turnhout	Antwerpen	N0120001	R13 Noord-Brabantlaan		2003

Figuur 3.1 Gegevens van project 001006, waaronder de ongevalgegevens op het tabblad "Statistische..."

Het tabblad "Statistische..." bevat statistische informatie met ongevalgegevens uit het verleden, uitgesplitst naar aantallen ongevallen, doden, zwaargewonden en lichtgewonden.

Het hoofddoel van de herinrichting van zwarte punten is het vermijden van verkeersslachtoffers. Aan de batenkant van de kosten-batenanalyse staan de in geld uitgedrukte ongevallen en slachtoffers die de komende jaren naar verwachting vermeden zullen worden dankzij de herinrichting van het zwarte punt. Voor de analyse is het daarom essentieel om een prognose te maken van het aantal ongevallen en slachtoffers dat in de toekomst vermeden kan worden in vergelijking met handhaving van de bestaande situatie.

Om die schatting voor een zwart punt te kunnen maken, moet allereerst het huidige aantal slachtoffers per jaar bekend zijn. Vervolgens moet geschat worden hoe dat aantal zich de komende decennia autonoom zal ontwikkelen als het zwarte punt niet heringericht wordt. Daarna volgt een voorspelling met hoeveel procent het aantal slachtoffers zal dalen door de herinrichting, t.o.v. de autonome ontwikkeling. Het aantal vermeden slachtoffers wordt tot slot berekend door dat percentage van het huidige aantal slachtoffers per jaar te nemen. Voor het aantal (letsel)ongevallen geldt overigens hetzelfde als voor het aantal slachtoffers.

3.2 Aantal ongevallen en slachtoffers zonder herinrichting

3.2.1 Aantal ongevallen en slachtoffers per jaar in het verleden

Helaas heeft de registratie van ongevallen in België wel wat te wensen over gelaten. Dit blijkt onder meer uit de twee ontbrekende aantallen rechtsboven in tabel 3.1. Het lijkt erop dat België het enige EU-land is dat in 2003 en 2004 niet het aantal verkeersdoden (overleden binnen 30 dagen na het ongeval) heeft geregistreerd.

Tabel 3.1 Aantal verkeersdoden per jaar per miljoen inwoners in de 25 EU-lidstaten [ec.europa.eu/transport/care]

Rate by million population														
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Belgium	188	167	165	168	143	134	134	147	137	144	145	131	-	-
Czech Republic	128	152	148	158	154	151	155	132	141	145	130	139	141	135
Denmark	118	112	108	105	112	98	93	94	97	93	81	86	80	69
Germany	142	132	123	121	116	107	104	95	95	91	85	83	80	71
Estonia	312	184	210	242	223	144	192	195	160	149	146	163	120	124
Greece	207	210	209	216	231	206	201	208	201	193	178	151	147	153
Spain	227	201	163	143	146	139	142	150	144	143	135	129	128	113
France	184	173	172	157	154	147	145	153	145	138	138	129	102	93
Ireland	126	117	121	113	121	125	130	124	111	111	108	97	87	98
Italy	143	142	126	124	123	116	117	110	115	115	116	117	104	97
Cyprus	150	189	161	184	162	174	155	149	150	147	129	129	128	154
Latvia	346	274	257	279	242	220	212	255	248	247	219	221	210	220
Lithuania	314	223	256	205	181	180	196	224	202	173	203	201	204	216
Luxembourg	216	177	197	162	172	172	143	135	135	174	159	140	119	110
Hungary	204	203	162	151	154	133	135	133	127	117	121	140	130	127
Malta	45	31	39	16	38	51	48	45	11	39	41	41	41	33
Netherlands	85	83	81	85	86	76	75	68	69	68	62	61	64	50
Austria	200	178	161	167	151	128	137	119	133	120	118	117	114	108
Poland	207	181	165	175	179	165	189	183	174	163	143	151	146	148
Portugal	326	310	271	251	271	272	250	210	200	184	163	160	150	125
Slovenia	231	247	247	254	209	195	180	156	169	157	140	135	121	137
Slovakia	116	128	110	119	123	115	146	152	120	116	114	116	120	113
Finland	126	120	96	95	86	79	85	78	84	77	84	80	73	72
Sweden	87	88	73	67	65	61	61	60	66	67	66	63	59	54
United Kingdom	82	76	68	65	64	64	64	61	60	60	60	60	62	56
AVERAGE	162	150	138	134	132	124	126	123	120	116	111	109	103	95

■ Fatalities are all persons killed within 30 days from the day of the accident.
 For Member States not using this definition corrective factors were applied
 ■ - Data not available

Er is een ongevallendatabase van de periode 1997 t/m 1999 beschikbaar, één van de periode 1998 t/m 2000 en één van de periode 1999 t/m 2001. Maar er zijn geen gegevens van individuele ongevallen sinds 2002 beschikbaar. Daarom wordt de schatting van het huidige aantal ongevallen en slachtoffers gebaseerd op de geregistreeerde gegevens uit de jaren 1997, 1998, 1999, 2000 en 2001. Ze zijn zichtbaar in het midden van figuur 3.1 en de slachtofferaantallen zijn groter weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Geregistreeerde slachtofferaantallen bij project 001006

Period	Tot. Doden	Tot Zwaar Gewonden	Tot Licht Gewonden	Fiets Doden	Fiets Zwaar Gewonden	Fiets Licht Gewonden
1997-1999	0	2	60	0	0	6
1998-2000	0	7	50	0	1	2
1999-2001	0	7	60	0	1	2

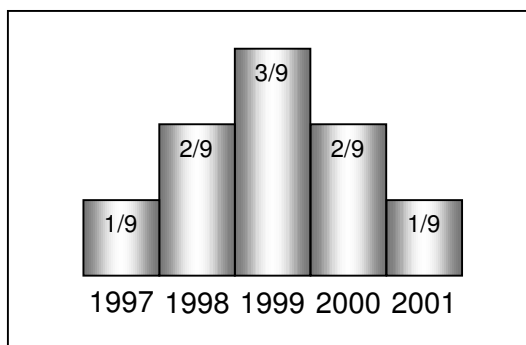
Het gemiddelde aantal doden per jaar op dit kruispunt is natuurlijk 0. Vervolgens wordt het gemiddelde aantal geregistreerde zwaar gewonden per jaar rond 1999 berekend. Daarbij moet – vanwege de kleine aantallen – voorkomen worden dat een uitschieter naar beneden of naar boven in het jaar 1999 te zware invloed heeft op het te berekenen gemiddelde. Hier wordt een gewogen gemiddelde berekend waarbij de jaren 1997 en 2001 elk een gewicht $1/9$ hebben, de jaren 1998 en 2000 een gewicht $2/9$ hebben en het jaar 1999 een gewicht $3/9$ heeft (zie figuur 3.2). In figuur 3.3 en 3.4 zijn dezelfde gewichten herschikt, zodat ze in overeenstemming zijn met de periodes 1997-1999, 1998-2000 en 1999-2001 waarvan de gegevens bekend zijn. Zo wordt zichtbaar dat een gewogen gemiddelde van de periode rond 1999 gelijk is aan de som van de drie driejaarlijkse totalen gedeeld door negen.

$$n_{\text{gem}} = (n_{1997-1999} + n_{1998-2000} + n_{1999-2001}) / 9 \quad (3.1)$$

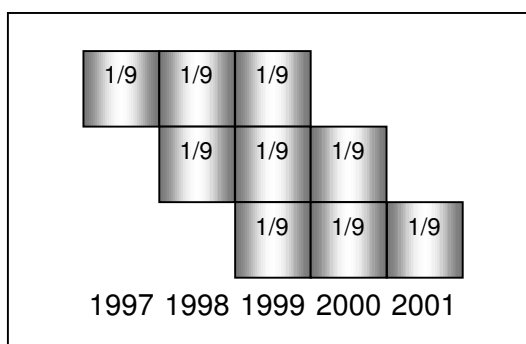
Het gemiddelde aantal geregistreerde zwaar gewonden rond 1999 is dus:

$$n_{\text{gem}} = (2 + 7 + 7) / 9 = 16 / 9 = 1,78 \text{ per jaar.}$$

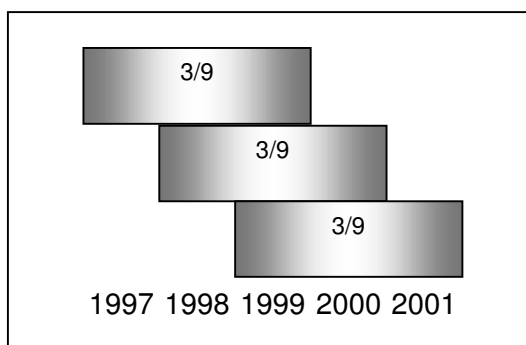
Hierbij is onterecht de aanname gedaan dat het geregistreerde aantal ongevallen en slachtoffers altijd gelijk is aan het werkelijke aantal. Het is juist aannemelijk dat lang niet alle licht gewonden in de database zijn opgenomen. Hier wordt geschat dat 100% van de doden, 95% van de zwaar gewonden, 60% van de licht gewonden en 70% van de ongevallen door de autoriteiten is geregistreerd. De berekende $n_{\text{gem}} = 1,78$ zwaar gewonden per jaar moet dus door de registratiegraad 0,95 worden gedeeld om een betere schatting van het werkelijke aantal te krijgen: $1,78 / 0,95 = 1,87$. Dezelfde berekening wordt in tabel 3.3 uitgevoerd voor de andere aantallen ongevallen en slachtoffers.



Figuur 3.2 Gewichten van de jaren rond 1999



Figuur 3.3 Herschikte gewichten



Figuur 3.4 Gewichten van driejaarlijkse totalen

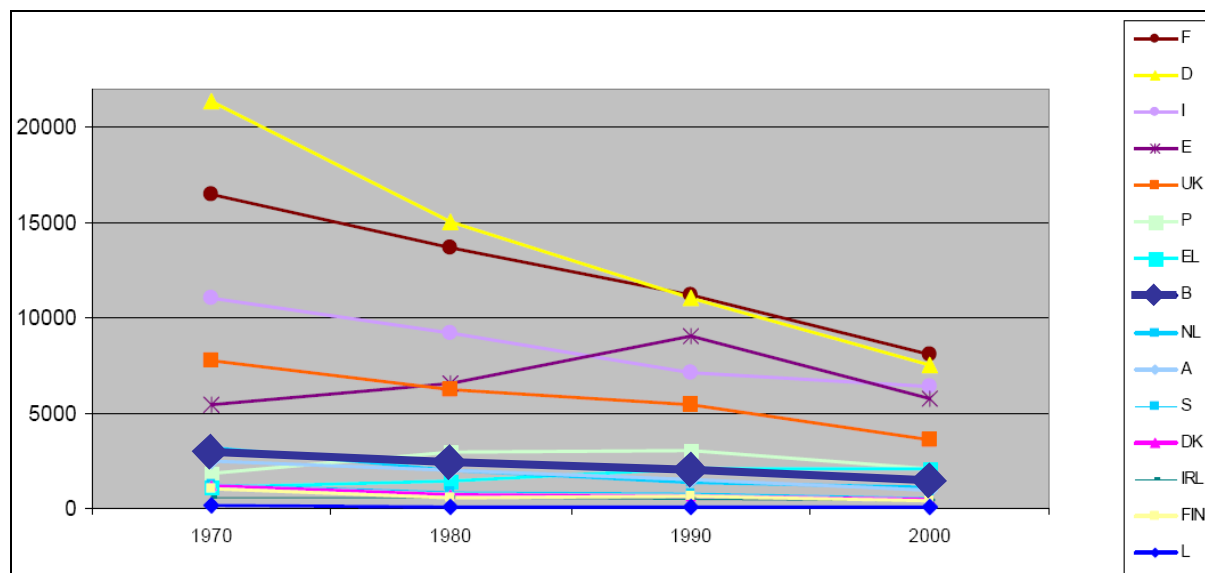
Tabel 3.3 Schatting van gemiddelde werkelijke jaarlijkse aantallen rond 1999 bij project 001006

	Aantal ongevallen	Totaal doden	Totaal zwaar gewonden	Totaal licht gewonden	Fiets doden	Fiets zwaar gewonden	Fiets licht gewonden	Aantal fietsongevallen
Geregistreerd 1997-1999	34	0	2	60	0	0	6	5
Geregistreerd 1998-2000	30	0	7	50	0	1	2	3
Geregistreerd 1999-2001	39	0	7	60	0	1	2	3
Gewogen gemiddelde per jaar	11,4	0,00	1,78	18,9	0,00	0,667	1,11	1,22
Registratiegraad	0,70	1,00	0,95	0,60	1,00	0,95	0,60	0,70
Werkelijk jaarlijks aantal rond 1999	16,3	0,00	1,87	31,5	0,00	0,702	1,85	1,75

Bij deze berekening moet overigens worden opgemerkt dat consequent drie significante cijfers worden gebruikt, wat de illusie van grote nauwkeurigheid zou kunnen wekken. Deze schijnnaauwkeurigheid wordt hier echter niet weggenomen door tussentijds grover af te ronden, omdat dit tot extra onnauwkeurigheid zou leiden.

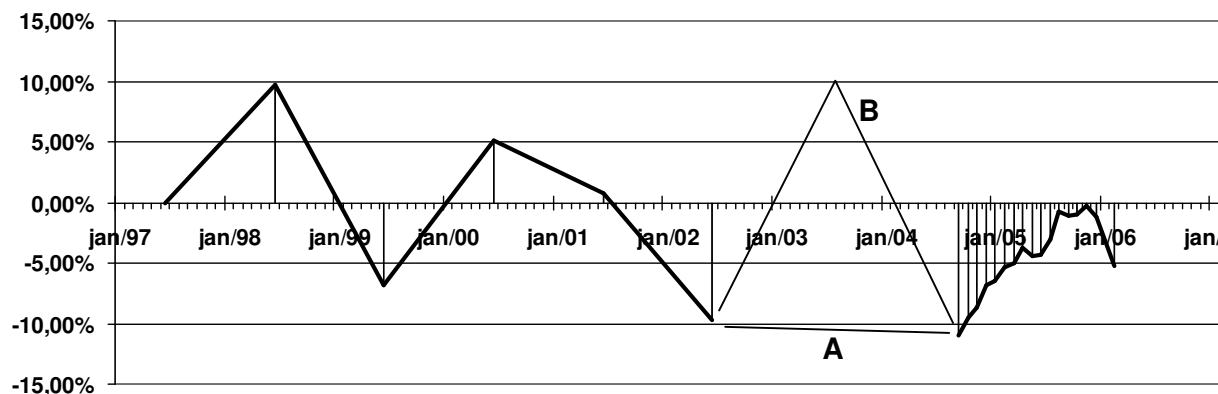
3.2.2 Aantal ongevallen en slachtoffers per jaar in het heden

De afgelopen decennia is de verkeersveiligheid in België enigszins verbeterd. In figuur 3.5 is de neergaande trend van het aantal verkeersdoden in o.a. België (donkerblauw) te zien.



Figuur 3.5 Jaarlijks aantal verkeersdoden in de 15 lidstaten (2000) van de Europese Unie [Maes, 2003, p.3]

Om het huidige en toekomstige aantal ongevallen en slachtoffers op de zwarte punten te kunnen schatten is het nodig om te weten in hoeverre die trend zich de laatste jaren heeft doorgezet. Uit tabel 3.1 blijkt dat in België het aantal verkeersdoden per miljoen inwoners in de periode van 1995 t/m 2002 fluctueerde, maar gemiddeld stabiel is gebleven. Dit is ook te zien in de linker helft van figuur 3.6: de jaarlijkse verandering varieert van +10% tot -10%, maar er is geen sprake van een stijgende of dalende trend. Daarom wordt ervan uitgegaan dat de in tabel 3.3 berekende aantallen rond 1999, ook geldig zijn voor het jaar 2002. Hoe de verkeersveiligheid zich tussen 2002 en 2003 heeft ontwikkeld is helaas onbekend. Het lijkt erop dat de lokale politie enige tijd niet overal in het land even nauwkeurig ongevallen heeft geregistreerd en dat daarom het publiceren van cijfers niet verantwoord was.



Figuur 3.6 Verandering van de verkeersonveiligheid (links doden, rechts letselongevallen) t.o.v. een jaar eerder

Pas sinds september 2004 publiceert de federale (Belgische) overheid iedere maand een verkeersveiligheidsbarometer. "Om het verkeersveiligheidsbeleid in België op te volgen en de evaluatie van de verkeerswet grondig te laten gebeuren, is de beschikbaarheid van actuele cijfergegevens belangrijk. De verkeersveiligheidsbarometer is hiervoor het instrument. Via de gegevens van de parketten kan de evolutie van de pv's met doden en gewonden maand na maand opgevolgd worden. Ook de ongevallenregistratie via de federale politie wat betreft de autosnelwegen en gelijkgestelde wegen is beschikbaar." [www.bivv.be] De procentuele verandering van het aantal processen-verbaal ten opzichte van dezelfde maand van het jaar ervoor staat hiernaast en is bovendien grafisch weergegeven in het rechter deel van figuur 3.6. Sinds 2006 worden de tendensen overigens "niet meer uitsluitend gebaseerd op de evolutie van het aantal letselongevallen, maar vooral op de evolutie van het aantal doden ter plaatse" [www.ikbenvoor.be].

Februari 2005-2006	-5,2 %
Januari 2005-2006	?
December 2004-2005	-1,2 %
November 2004-2005	-0,3 %
Oktober 2004-2005	-1,0 %
September 2004-2005	-1,1 %
Augustus 2004-2005	-0,7 %
Juli 2004-2005	-3,1 %
Juni 2004-2005	-4,3 %
Mei 2004-2005	-4,4 %
April 2004-2005	-3,7 %
Maart 2004-2005	-5,0 %
Februari 2004-2005	-5,4 %
Januari 2004-2005	-6,5 %
December 2003-2004	-6,8 %
November 2003-2004	-8,7 %
Oktober 2003-2004	-9,5 %
September 2003-2004	-11,0 %

De vraag blijft hoe de verkeersveiligheid zich tussen 2002 en 2003 heeft ontwikkeld. De ene indicator van verkeersonveiligheid nam tussen 2001 en 2002 af met 9,7%; de andere indicator nam tussen de zomers van 2003 en 2004 af met 11%. De combinatie hiervan suggereert dat ongevallen en slachtoffers gedurende drie jaar met zo'n 10% per jaar afnamen. Deze mogelijkheid is in figuur 3.6 met lijnstuk **A** weergegeven. Dit zou betekenen dat de huidige slachtoffer- en ongevalaantallen bij project 001006 geschat kunnen worden door de aantallen onderin tabel 3.3 te vermenigvuldigen met $0,9 \times 0,9 \times 0,9 = 0,729$. Daarbij wordt aangenomen dat de verhouding tussen het aantal licht gewonden, zwaar gewonden, doden en ongevallen constant blijft, bij gebrek aan gegevens waaruit een verhoudingsverandering blijkt.

Maar waarom neemt de daling van letselongevallen vrijwel elke maand af, sinds de federale politie en overheid in september 2004 de daling van "11% per jaar" publiceerden? Misschien had men er belang bij om resultaten van een succesvol verkeersveiligheidsbeleid aan de bevolking te presenteren en gebeurde dit niet toevallig toen de daling op haar hoogtepunt was. Het blijven speculaties, maar het is ook opvallend dat in januari 2006 voor het eerst geen verkeersveiligheidsbarometer is gepubliceerd, vlak nadat de daling van de verkeersonveiligheid een stijging dreigde te worden. Hoe dan ook, de curve **B** in figuur 3.6 is niet minder aannemelijk dan **A**; zeker wanneer de fluctuaties in de overige jaren in beschouwing worden genomen. In dat geval zouden de aantallen onderin tabel 3.3 ongeveer gelijk zijn aan de huidige.

Besloten is om het gemiddelde van beide mogelijkheden te nemen en de vermenigvuldigingsfactor te schatten op $(0,729 + 1) / 2 = 0,865$. Er wordt dus verondersteld dat de slachtoffer- en ongevalaantallen in heel België tussen 1999 en 2006 met 13,5% zijn gedaald; ook op de locatie van project 001006. Deze aantallen zijn in tabel 3.4 berekend.

Tabel 3.4 Schatting van jaarlijkse aantallen ongevallen en slachtoffers in 2006 bij project 001006

	Aantal ongevallen	Totaal doden	Totaal zwaar gewonden	Totaal licht gewonden	Fiets doden	Fiets zwaar gewonden	Fiets licht gewonden	Aantal fietsongevallen
Werkelijk jaarlijks aantal rond 1999	16,3	0,00	1,87	31,5	0,00	0,702	1,85	1,75
Vermenigvuldigingsfactor 1999-2006	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865
Werkelijk jaarlijks aantal in 2006	14,1	0,00	1,62	27,2	0,00	0,607	1,60	1,51

3.2.3 Aantal ongevallen en slachtoffers per jaar in de toekomst

Hoe zullen de ongeval- en slachtofferaantallen zich in de toekomst gaan ontwikkelen? Natuurlijk is daar grote onzekerheid over, maar we mogen aannemen dat de dalende trend van de afgelopen jaren zich zal doorzetten. De daling van het aantal slachtoffers in de afgelopen zeven jaar werd geschat op 13,5%. Een constante daling van 2,06% per jaar ($1 - 0,865^{1/7} = 0,0206$) zou tot hetzelfde resultaat hebben geleid. Dit is vergelijkbaar met de trend in figuur 3.5: het jaarlijks aantal verkeersdoden daalde in 30 jaar van 3145 naar 1532, wat overeenkomt met een jaarlijkse daling met 2,37% ($1 - (1532/3145)^{1/30} = 1 - 0,976 = 0,0237$). Daarom wordt nu aangenomen dat de ongeval- en slachtofferaantallen in België jaarlijks met 2,2% zullen dalen. Maar geldt dat percentage ook voor de locatie van project 001006?

Voor deze kosten-batenanalyse is het belangrijk om onderscheid te maken tussen plaatsgebonden en algemene verkeersveiligheidsmaatregelen. Plaatsgebonden maatregelen betreffen fysieke aanpassingen aan de weginfrastructuur, signalisatie en flitspalen, terwijl algemene maatregelen in het hele land hun vruchten afwerpen. Daarbij valt te denken aan veiligere auto's, betere verkeerseducatie en BOB-campagnes. Enkel die algemene maatregelen en landelijke ontwikkelingen zullen verantwoordelijk zijn voor een daling van naar schatting 1,2%, terwijl die andere 1% wordt veroorzaakt door plaatsgebonden maatregelen. Deze kosten-batenanalyse is een hulpmiddel voor de beslissing om een zwart punt wel of niet opnieuw in te richten, dus om het wel of niet treffen van fysieke, plaatsgebonden maatregelen. Die 1% moet daarom buiten beschouwing worden gelaten. De kosten van de "normale" plaatsgebonden maatregelen worden immers ook buiten de analyse gehouden. De autonome daling van het aantal verkeersslachtoffers op de zwarte punten bedraagt vanaf 2006 jaarlijks dus slechts 1,2%.

Hoe de slachtoffer- en ongevalaantallen zich in de komende 40 jaar zullen ontwikkelen als project 001006 niet wordt uitgevoerd, is weergegeven in bijlage 2. Daartoe is een *spreadsheet* gemaakt, zodat ook ongevalgegevens van andere zwarte punten eenvoudig naar de toekomst geëxtrapoleerd kunnen worden. Rechts zijn drie kolommen toegevoegd met daarin de voorspelde aantallen ongevallen en slachtoffers waar geen fietsers bij betrokken zijn. Die aantallen zijn berekend door per rij het aantal 'met fietsers' af te trekken van het totale aantal.

3.3 Percentage vermeden ongevallen en slachtoffers

Om te kunnen bepalen hoeveel ongevallen en slachtoffers vermeden worden door de herinrichting, moet nu voorspeld worden met hoeveel procent het aantal slachtoffers zal dalen door de herinrichting, t.o.v. de autonome ontwikkeling. Hieronder worden enkele denkbare methoden om dat percentage te bepalen gepresenteerd. Of een methode geschikt is, hangt mede af van de aard van het zwarte punt (wegvak of kruispunt), van de huidige en

de ontworpen situatie (wegcategorie of kruispunttype) en van de beschikbaarheid van gegevens over het zwarte punt.

3.3.1 Vlaamse verkeersongevallendatabase

Indien het kruispunttype gewijzigd wordt, is bekend welk kruispunttype er komt. Om te voorspellen hoeveel slachtoffers er zullen vallen, zou gebruik gemaakt kunnen worden van ongevalgegevens van huidige kruispunten van hetzelfde type. Er is een database beschikbaar waarin alle bekende verkeersongevallen in heel Vlaanderen gedurende drie jaar (1999 t/m 2001) zijn beschreven. Niet alleen de ernst van het letsel is geregistreerd, maar in sommige gevallen ook het kruispunttype; zie de blauwe selectie-rechthoek op de schermafbeelding in figuur 3.7. Men zou met deze gegevens per kruispunttype kunnen bepalen hoeveel lichtgewonden, zwaargewonden en doden er gemiddeld in Vlaanderen geregistreerd zijn.

Naam	Beschrijving	Gewijzigd	Gemaakt
code_geslacht		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_gevolgen		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_gp_bord		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_gp_lading		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_hindernis		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_kprgl		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_krptype		1/12/2003 14:29:53	1/12/2003 14:29:53
code_licht		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_pass_plaats		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_plakar		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_prov		6/08/2004 15:28:24	6/08/2004 15:28:24
code_soortweg		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_straatype		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_stvw		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_boestand		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_varia		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_vg_overst		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_vg_plaats		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_weer		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
code_zin		1/12/2003 14:29:54	1/12/2003 14:29:54
coroloc9901	locatie na correctie	6/08/2004 15:59:36	6/08/2004 15:59:36
fietsers9901	fietsers betrokken bij ongevallen op genummerde wegen (gewest + provincie)	6/08/2004 15:42:36	6/08/2004 15:42:36
gevaarlijkeprod9901	transport van gevaarlijke producten betrokken bij ongevallen op genummerde weg...	6/08/2004 15:42:59	6/08/2004 15:42:59
GevZone	gevaarlijke zones (gewest + provincie)	17/01/2005 11:09:42	17/01/2005 11:09:42
GIS_gp9901_GW	gevaarlijke punten op genummerde wegen (gewest + provincie)	17/01/2005 11:16:43	17/01/2005 11:16:43
GIS_ong9901_GW	ongevallen op genummerde wegen (gewest + provincie)	17/01/2005 11:16:57	17/01/2005 11:16:57
locatie9901	ongevalslocaties (1 op veel met ongevallen)	6/08/2004 15:43:38	6/08/2004 15:43:38
locong9901	ongevalslocaties (1 op 1 met ongevallen)	6/08/2004 15:43:59	6/08/2004 15:43:59
ongeval9901	ongevallen op genummerde wegen (gewest- en provinciewegen)	6/08/2004 15:44:37	6/08/2004 15:44:37
passagiers9901	passagiers betrokken bij ongevallen op genummerde wegen (gewest + provincie)	6/08/2004 15:45:19	6/08/2004 15:45:19
slachtoffers9901	slachtoffers betrokken bij ongevallen op genummerde wegen (gewest + provincie)	6/08/2004 15:45:35	6/08/2004 15:45:35
voetgangers9901	voetgangers betrokken bij ongevallen op genummerde wegen (gewest + provincie)	6/08/2004 15:45:52	6/08/2004 15:45:52
weggebruikers9901	weggebruikers betrokken bij ongevallen op genummerde wegen (gewest + provincie)	6/08/2004 15:46:08	6/08/2004 15:46:08

Figuur 3.7 Schermafbeelding van de verkeersongevallendatabase

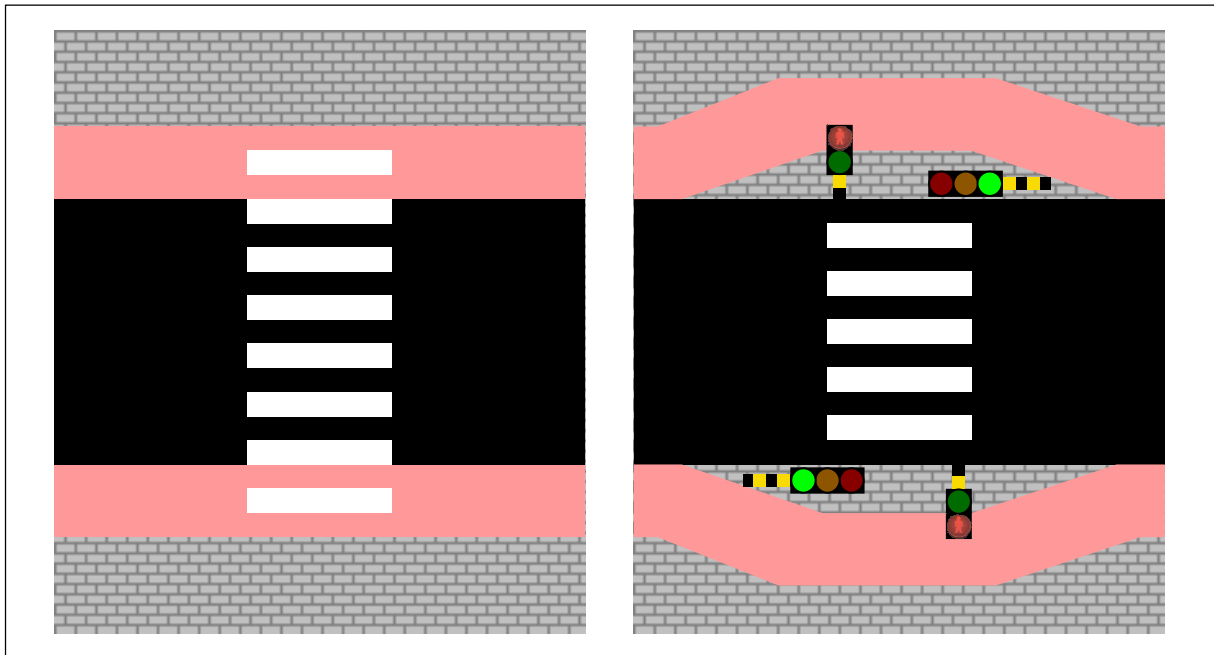
Het bezwaar tegen deze methode is dat kruispunten waar nooit een ongeval geregistreerd is, ook niet in dit gemiddelde worden opgenomen waardoor het aantal slachtoffers te hoog geschat zou worden.

3.3.2 Conflictenmethode

Een andere manier om het aantal vermeden ongevallen en slachtoffers te voorspellen is de conflictenmethode. Deze methode en haar problemen worden geïllustreerd met een eenvoudig, denkbeeldig voorbeeld.

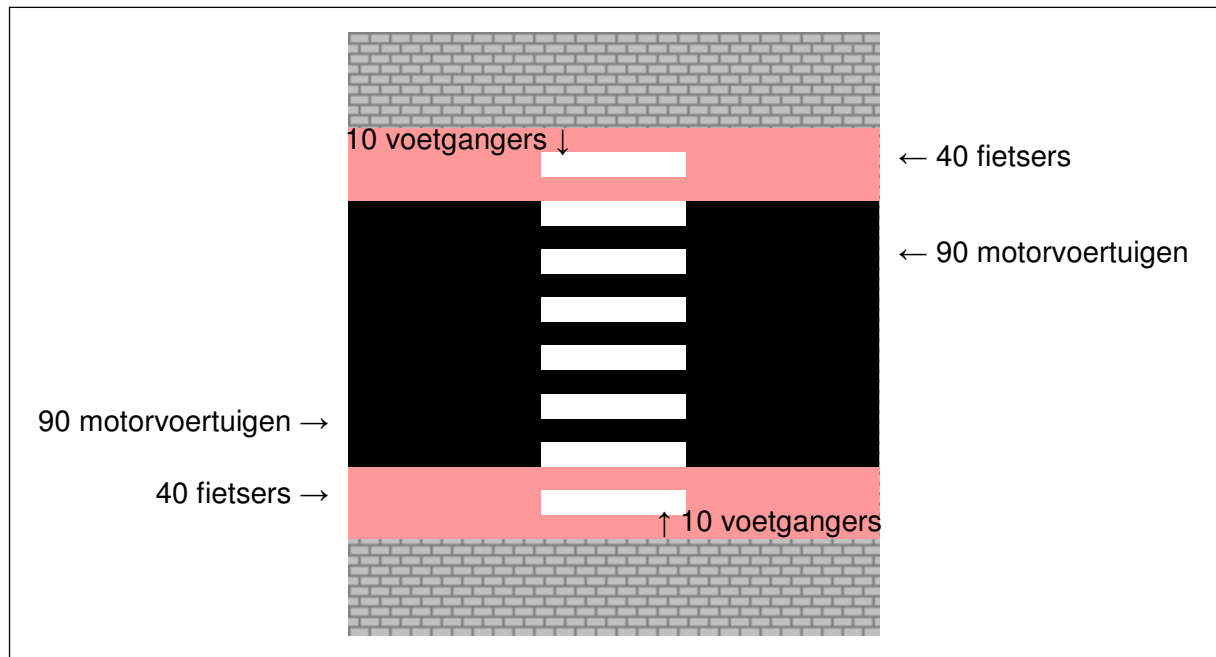
Stel dat er in de Dorpsstraat in een Vlaams dorp een zebrapad (voetgangersoversteekplaats) ligt waar in drie jaar geen doden, drie zwaar gewonden en negen licht gewonden zijn

geregistreerd. Het gewicht van dit punt is volgens §1.1.6: $5 \times 0 + 3 \times 3 + 1 \times 9 = 18$. Dit is meer dan 15, dus is er sprake van een zwart punt dat door TV 3V wordt aangepakt. Stel dat TV 3V een herinrichting voorstelt zoals rechts in figuur 3.8.

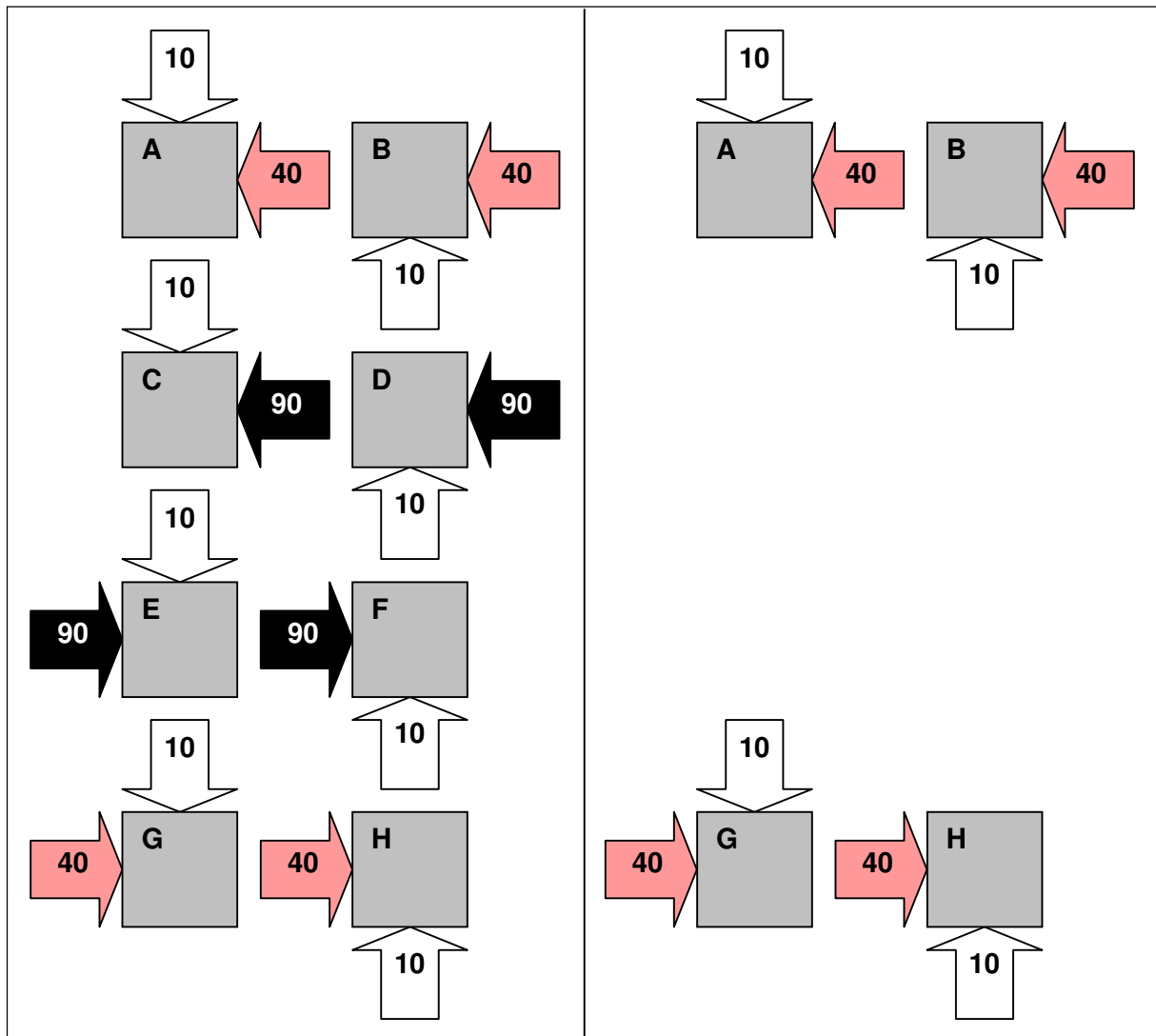


Figuur 3.8 De situatie voor en na de herinrichting

Om de procentuele verandering van de ongevalkans te bepalen, moet eerst worden bepaald hoe de intensiteiten van de verschillende verkeersstromen zich tot elkaar verhouden. Hiervoor wordt een uur midden op een werkdag gekozen waarvan mag worden verondersteld dat het een maatgevende periode is; bijvoorbeeld van 12.00 tot 13.00 uur. In dit uur worden alle verkeersstromen geteld. Als er te veel verkeersstromen zijn om tegelijk te tellen, dan zal meerdere uren geteld moeten worden met enkele verkeersstromen per uur. Stel dat de intensiteiten geteld worden zoals weergegeven in figuur 3.9.



Figuur 3.9 Getelde aantallen weggebruikers van de verkeersstromen in een uur
De daaruit resulterende conflictvlakken in de oude en in de nieuwe situatie zijn schematisch afgebeeld in figuur 3.10. Omdat hier verondersteld wordt dat de verkeersregelinstantie juist werkt en niemand door rood rijdt, blijven in de nieuwe situatie alleen conflictvlakken tussen voetgangers en fietsers bestaan.

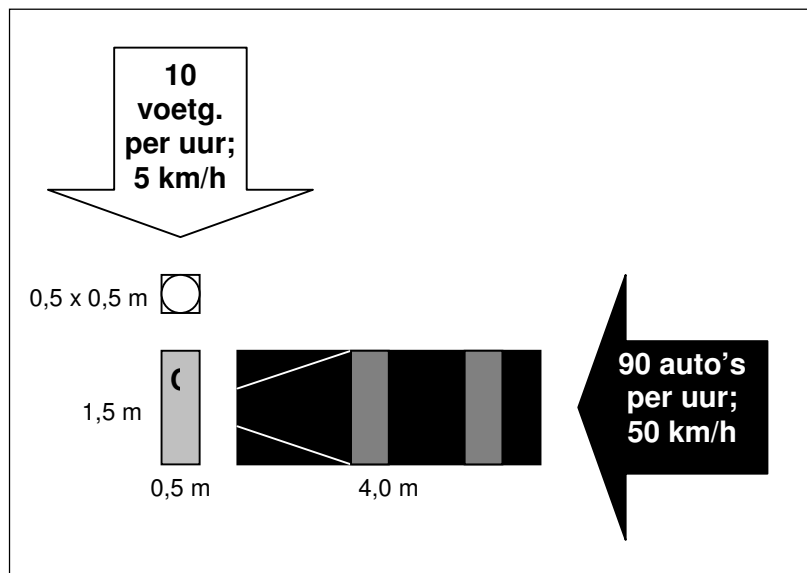


Figuur 3.10 Conflictvlakken in de situatie voor (links) en na (rechts) de herinrichting

Hier wordt een conflict gedefinieerd als de volgende situatie: “indien weggebruikers geen snelheid zouden minderen of stoppen (tenzij voor rood licht), dan zouden twee van hen zich gelijktijdig geheel of gedeeltelijk op hetzelfde conflictvlak bevinden”. Tussen elk tweetal verkeersstromen die elkaar gelijkvloers kruisen bestaat een conflictvlak. Dit begrip wordt hier gedefinieerd als een denkbeeldig vlak op het wegdek waar geldt: “als twee weggebruikers van verschillende verkeersstromen zich gelijktijdig geheel of gedeeltelijk op hetzelfde conflictvlak bevinden, dan is er een ongeval”. In figuur 3.11 is als voorbeeld conflictvlak C op schaal 1:100 afgebeeld. De bedoeling is nu om te bepalen hoeveel conflicten hier gemiddeld in een uur ontstaan, omdat dit aantal verondersteld wordt evenredig te zijn met het aantal ongevallen op conflictvlak C.

De tien voetgangers betreden onafhankelijk van elkaar het conflictvlak. Ze leggen elk $1,5 + 0,5 = 2,0$ meter af voordat ze het conflictvlak verlaten hebben. Met hun snelheid van 5 km/h ofwel 1,39 m/s doen ze daar $2 / 1,39 = 1,44$ seconden over. Een voetganger bevindt zich dus 1,44 seconden geheel of gedeeltelijk in het conflictvlak. Er is sprake van een conflict als in die periode ook een auto zich in het conflictvlak bevindt. Elke auto die het conflictvlak binnenkomt, legt $0,5 + 4,0 = 4,5$ meter af voordat hij het vlak weer verlaat. Dit duurt per auto $4,5 / 13,9 = 0,324$ seconden.

Als een voetganger het conflictvlak betreedt op $t = 0$, dan ontstaat een conflict indien een auto na $t = -0,324$ maar voor $t = 1,44$ het vlak binnenkomt. De kans dat in een uur één van de 90 auto's in die periode van $1,44 + 0,324 = 1,764$ seconden het conflictvlak binnenrijdt, is $90 \times 1,764 / 3600 = 0,0441$ ofwel 4,41%. In een uur treden hier dus gemiddeld $10 \times 0,0441 = 0,441$ conflicten op. Omdat conflictvlakken D, E en F in essentie identiek zijn aan conflictvlak C, ontstaan in de situatie voor de herinrichting gemiddeld $4 \times 0,441 = 1,764$ conflicten per uur tussen voetgangers en auto's.



Figuur 3.11 De intensiteiten en snelheden op conflictvlak C met afmetingen

Deze berekening kan ook voor de conflicten tussen fietsers en voetgangers worden uitgevoerd. Stel dat het resultaat daarvan luidt, dat elk uur gemiddeld 0,500 conflicten tussen fietsers en voetgangers optreden. De afname van het aantal conflicten door de herinrichting is dan $1,764 / (1,764 + 0,500) = 0,779$ ofwel 77,9%. Verondersteld wordt dat ook de geëxtrapoleerde ongeval- en slachtofferaantallen met 77,9% zullen dalen als het zwarte punt heringericht wordt.

Het lijkt dus goed mogelijk om met deze methode de vermeden ongevallen en slachtoffers te schatten. Er kleven echter heel wat complicerende factoren en bezwaren aan de conflictenmethode:

- De veronderstelling dat één uur maatgevend kan zijn voor de diverse combinaties van intensiteiten gedurende de dag is wellicht onjuist.
- Als er verkeerslichten op korte afstand voor de betreffende locatie zijn of de intensiteit de capaciteit nadert, dan wordt de berekening complexer. De momenten waarop weggebruikers een conflictvlak binnenkomen zijn dan niet meer onafhankelijk van elkaar. Als het drukker wordt, is de kans dat twee voetgangers of twee auto's minder dan twee seconden na elkaar het conflictvlak binnenkomen ook niet meer verwaarloosbaar.
- Als er al gegevens van verkeersstellingen bekend zijn, worden fietsers en voetgangers meestal buiten beschouwing gelaten. Zelf tellen is de goedkoopste oplossing, maar het is niet mogelijk om zo voor honderden zwarte punten de intensiteiten van alle verkeersstromen te bepalen.
- In de voorgaande berekening werd verondersteld dat de ongevalkans voor elke mate van ernst (dood, zwaar- en lichtgewond) met eenzelfde percentage zou afnemen. Dit zal echter zelden een juiste veronderstelling zijn. Door de aanleg van een rotonde kan het aantal dodelijke slachtoffers bijvoorbeeld sterk dalen doordat de snelheden er lager zijn, maar het aantal lichtgewonden zou juist kunnen stijgen.

- Met deze methode worden verkeersveiligheidsmaatregelen alleen positief beoordeeld als ze het aantal conflicten verlagen. Er zijn echter ook veel maatregelen denkbaar die ongevalaantallen kunnen reduceren zonder dat ze het aantal conflicten verlagen, bijvoorbeeld door het zicht op andere weggebruikers te verbeteren of door de snelheid te verlagen. Bij lagere snelheden is de kans op een conflict groter, maar de kans op een ernstig ongeval wordt juist kleiner.
- Conflicten veranderen niet alleen in aantal maar ook in aard door de herinrichting. Dit wordt met deze methode onterecht buiten beschouwing gelaten. In het voorbeeld werd een conflict tussen een voetganger en een fietser even zwaar gewogen als een conflict tussen een voetganger en een motorvoertuig, terwijl in het tweede geval de gevolgen veel ernstiger kunnen zijn. Een ander voorbeeld van verschillende conflicten: een auto die invoegt op een snelweg bij het doorgaande verkeer kan een heel andere ongevalkans tot gevolg hebben dan het conflict van een fietser die een fietser van rechts voorrang moet geven. De conflicten verschillen namelijk wat betreft de snelheid, wat betreft richtingsverschil (de eerste in dezelfde richting en de tweede onder een hoek van 90°) en wat betreft de voertuigtypen. Er zijn onvoldoende gegevens bekend om die verschillen in de berekeningen op te kunnen nemen.
- Bij conflictvrij geregelde verkeerslichten zijn theoretisch nog nul conflicten aanwezig, maar in de praktijk blijven ongevallen mogelijk: door rood rijden en kop-staartbotsingen. Er zijn ook verkeersongevallen waar slechts één voertuig bij betrokken is (bijvoorbeeld auto tegen boom) en ongevallen waar de betrokken voertuigen eigenlijk geen conflict hadden maar waar één daarvan op een deel van de weg terecht komt dat niet voor hem bestemd is. Met de conflictenmethode worden alleen ongevallen meegeteld waarvan het niet geven van voorrang hoofdoorzaak is, terwijl 20 tot 30 procent van de ongevallen geen voorrangsongeval is. [Provincie Fryslân, 2005, p. 40-41]

3.3.3 Gegevens van ongevallen op Nederlandse kruispunten

In 1991 heeft het C.R.O.W (Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek) aan de SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid) opdracht gegeven om onderzoek te doen naar de verkeersveiligheid op kruispunten op enkelbaanswegen. Er zijn toen gegevens verzameld van 574 Nederlandse "kruispunten met vier takken op de rijks- en provinciale enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom van de categorieën 'autoweg' en 'weg met volledige gesloten verklaring' (aangegeven met borden 57b, resp. 17b+23). Kruisingen van bovengenoemde wegen met autosnelwegen zijn buiten beschouwing gebleven." [Janssen, 1992, p. 5] De genoemde borden worden tegenwoordig aangeduid met G3 respectievelijk C8+C15 [RVV 1990, art. 96] en zijn afgebeeld in figuur 3.12. Het onderzoeksverslag werd opgenomen als bijlage van de C.R.O.W-publicatie 'Ongelijkvloerse kruispunten in enkelbaanswegen; Toepassing uitvoering en veiligheid'. [Janssen, 1992, p. 5]



Figuur 3.12 De borden G3, C8 en C15
www.verkeerstekens.nl

Als maat voor de verkeersveiligheid gold het aantal geregistreerde ongevallen en slachtoffers over de periode 1983 t/m 1989, waarbij onderscheid werd gemaakt naar:

- het totale aantal geregistreerde ongevallen (*to*)
- het aantal letselongevallen (*lo*)
- het totale aantal slachtoffers (*sl*)
- het aantal doden (*do*) [Janssen, 1992, p. 8]

In dit eindwerk wordt echter een onderscheid gemaakt naar doden, zwaar gewonden en licht gewonden. Het aantal zwaar gewonden plus licht gewonden wordt verondersteld gelijk te zijn

aan *sl* minus *do*. De hier relevante gemiddelde, jaarlijkse aantallen zijn in de laatste drie kolommen van tabel 3.5 geplaatst.

De onderzoekers vergeleken de verkeersveiligheid van drie kruispunttypes:

- Gelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten (G)
- Ongelijkvloerse kruispunten zonder verkeerslichten (O)
- Gelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten (V)

Er bleken geen ongelijkvloerse kruispunten met verkeerslichten in de inventarisatie voor te komen. [Janssen, 1992, p. 8]

Er blijkt een belangrijk verband te bestaan tussen het aantal ongevallen en de verhouding van de zijweg- en hoofdwegintensiteit. De waarde kan liggen tussen de waarde nul en één. Er is gekozen voor de volgende klassen voor de intensiteitsverhoudingen:

- a. $0,00 < I_Z/I_H < 0,10$
- b. $0,10 < I_Z/I_H < 0,40$
- c. $0,40 < I_Z/I_H < 0,75$
- d. $0,75 < I_Z/I_H < 1,00$ [Janssen, 1992, p. 9]

In het SWOV-onderzoek in 1991 werd al onderkend dat ongevallen niet alleen een sterke relatie hebben met de intensiteitsverhouding I_Z/I_H , maar ook met de som van de zijweg- en hoofdwegintensiteit I_Z+I_H . Deze kruispuntintensiteit wordt uitgedrukt in “het aantal motorvoertuigen dat gemiddeld per dag passeert” [Janssen, 1992, p. 10]. De resultaten van de inventarisatie zijn overgenomen in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Gegevens van de geïnterpreteerde kruispunten [Janssen, 1992, tabel 2]

Kruis- punt- type	Intensiteits- verhoudings- klasse	Aantal kruis- punten	I_Z+I_H (gem. kruispunt- intensiteit)	I_Z/I_H (gem. intensiteits- verhouding)	Gem. aant. gewonden/jr. (<i>sl</i> – <i>do</i>)	Gem. aantal doden/jaar (<i>do</i>)	Gem. aant. ongevallen (<i>to</i>)
G †	a	176	8.204	0,06	0,305	0,025	0,851
G †	b	213	7.166	0,20	0,404	0,028	1,244
G †	c	44	9.257	0,55	1,345	0,110	3,509
G †	d	13	8.065	0,87	1,210	0,090	3,503
O Ⓞ	a	5	7.390	0,07	0,200	0,025	2,245
O Ⓞ	b	22	8.576	0,26	0,296	0,013	1,401
O Ⓞ	c	12	13.168	0,52	0,817	0,021	3,085
O Ⓞ	d	4	15.450	0,82	0,000	0,000	2,210
V †	a	7	11.681	0,05	0,580	0,000	4,020
V †	b	29	16.793	0,27	0,768	0,020	5,208
V †	c	34	16.952	0,54	1,305	0,076	5,872
V †	d	15	15.535	0,89	1,326	0,055	5,886

Zolang dergelijke gegevens niet specifiek bekend zijn voor de Vlaamse of Belgische situatie, kunnen deze Nederlandse gegevens gebruikt worden om het aantal vermeden slachtoffers door herinrichting van zwarte punten in Vlaanderen te voorspellen. Deze methode wordt nu opnieuw aan de hand van project 001006 geïllustreerd. In figuur 3.13 valt rechtsboven te lezen dat het gaat om een lichtengeregeld kruispunt van een weg van de categorie “secundaire II” waar men 50 km/h rijdt met een weg waar men 90 km/h mag rijden. Het gelijkvloerse kruispunt met verkeerslichten (kruispunttype V in tabel 3.5) wordt vervangen door een Hollands complex (kruispunttype O).

TV3V_Student - dgp.tv3v.be - Extern bureaublad

Gevaarlijke punten v 1.0.28

Zoeken in 001006 Antwerpen

IDENTIFICATIE

3V Projectnr: 001006 Prior: 81 84

Ident8: N0140001 KmPunt: 13.45

Gewestweg: N14 - R16

Naam 1^o weg: Mechelsesteenweg

Gemeente: Lier

Kruisende weg: ring

3V-streefbeeld:

JAARPROGRAMMA

3V - voorstel:

3V - Definitief: 2004

AWV:

Naam cluster: 001002

Gelusterd met: 001002, 001006, 001007, 001051

SITUATIEGEGEVENS

Cat: Hoofdweg volgens RSV: secundaire II

Snelheid hoofdweg: 50

Type 2^o weg: R

Ident 2^o weg:

Snelheid 2^o weg: 90

Huidge kruispuntsituatie: lichtengeregeld

1/2 Opmerking Intern IngridVL 4/02/2004

De Lijn: tangens Wilrijk-Lier, geen knelpunt

Lier GB R16/N14

1/3 Opmerking Extern katrinvg 9/12/2003

Streefbeeld N10 in opmaak: langzaam verkeer

Interfereert met knelpunten De Lijn volgens nota 07-09-2001 met knelpunt 76

Fase:

Historiek
Listen
Aanstijpt
Statistische
Onteigening
Inventarisatie
Voorontwerp
Ontwerp

Extern S.B. LAD

Datum overdracht: 7/02/2006

Startdatum: 20/02/2006

Afgeproken termijn: 19/01/2007

Datum ontvangst ontwerp:

Datum goedkeuring:

Raming kostprijs ontwerp (excl. AOSO en BTW):

Raming AOSO:

Onteigening noodzakelijk: Ja

Nr. aanbesteding:

Datum inschrijving: 2/03/2007

Datum ontvangst verslag:

Laagste reg. Bieder:

Inschrijvingsbedrag:

Derden:

Beschrijving van de werken: Er wordt een tunnel op de R16 voorzien terwijl gelijkvloers twee rotonden worden gerealiseerd. Ook voor fietsers worden de nodige voorzieningen aangelegd.

Wijziging VRI: Ja

VRI-plan ingediend:

VRI-plan goedgekeurd:

Bouwtoelating Gemeenteraad

Indienen doc bij AWV:

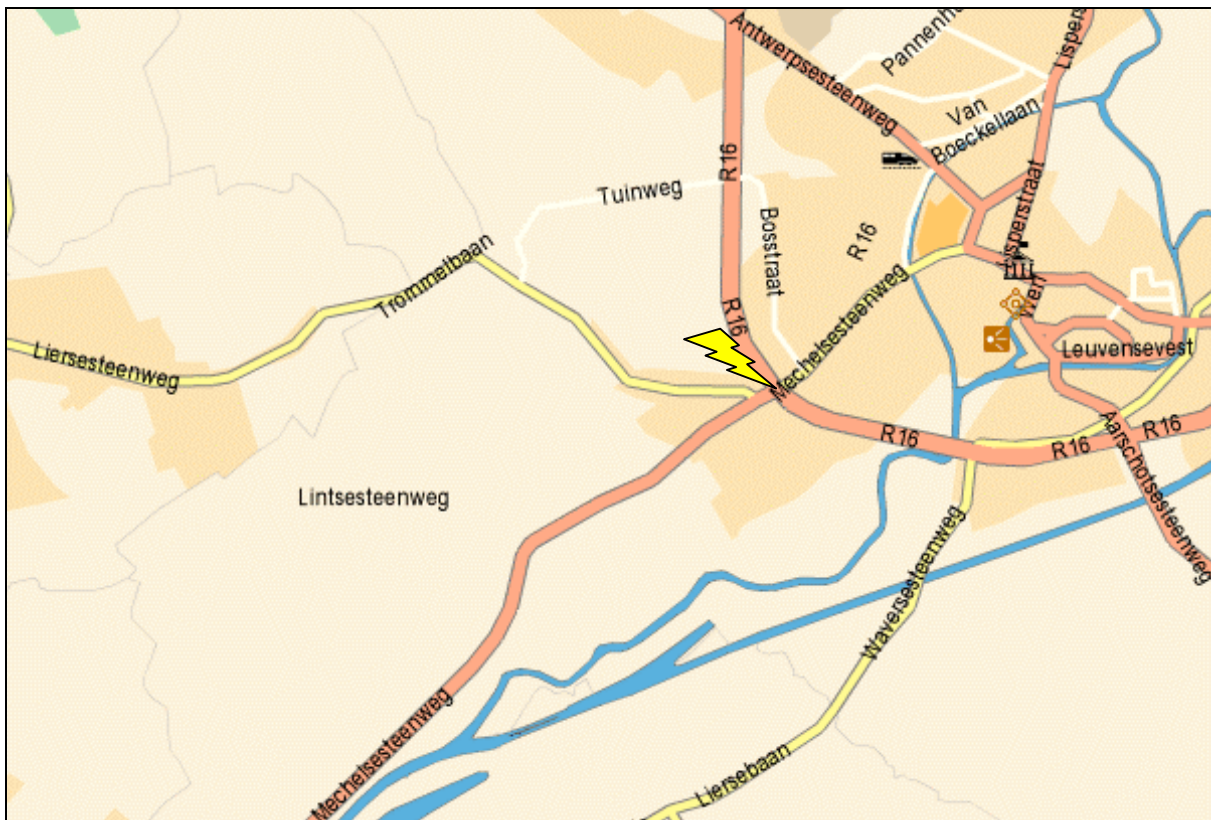
Datum goedkeuring:

Datum afkeuring:

Opmerking:

ProjN ^o	Gemeente	Provincie	Ident8	Kruisende weg	3V-streefbeeld	3V Jaarprogramma
001002	Lier	Antwerpen	R0160001	Aarschotsesteenweg		2004
001003	Aartselaar	Antwerpen	A0120001	Cleydaallaan	A12 / N177	2006
001004	Turnhout	Antwerpen	N1400001	ring		2003
001005	Mechelen	Antwerpen	N0010011	ring		2003
001006	Lier	Antwerpen	N0140001	ring		2004
001007	Lier	Antwerpen	N0100001	ring		2004
001008	Antwerpen	Antwerpen	A0120001	Dijkstraat		2003
001009	Turnhout	Antwerpen	N0120001	R13 Noord-Brabantlaan		2003

Figuur 3.13 Gegevens van project 001006, waaronder de beschrijving van de werken op het tabblad "Ontwerp"



Figuur 3.14 De locatie van project 001006 waar de Mechelsesteenweg de R16 rond Lier kruist [www.mappy.com]

De beschrijving van de werken luidt: "Er wordt een tunnel op de R16 voorzien terwijl gelijkvloers twee rotonden worden gerealiseerd. Ook voor fietsers worden de nodige voorzieningen aangelegd." Die ongelijkvloerse kruising met rotondes en extra fietsvoorzieningen zal vermoedelijk voor een sterke daling van het aantal fietsongevallen en -slachtoffers zorgen. Het reductiepercentage wordt hier geschat op 80% van de autonome aantallen.

Voor de overige ongevallen en slachtoffers wordt gebruik gemaakt van tabel 3.5. Er zijn geen exacte intensiteitgegevens bekend, maar de steden en wegenstructuur rond het kruispunt in figuur 3.14 geven al enige informatie. Er wordt aangenomen dat de intensiteit op de Mechelsesteenweg tussen Mechelen en Lier ongeveer de helft is van de intensiteit op de ringweg R16, waar onder meer verkeer tussen Aarschot en Antwerpen gebruik van maakt. Waarschijnlijk geldt dus $0,40 < I_Z/I_H < 0,75$, zodat dit kruispunt in de intensiteitsverhoudingsklasse **c** past.

Volgens tabel 3.5 werden op een Hollands complex in intensiteitsverhoudingsklasse **c** jaarlijks gemiddeld 3,1 ongevallen met 0,8 en 0,02 doden geregistreerd. De overdraagbaarheid van deze *absolute* slachtofferaantallen uit het Nederland van de late jaren '80 naar het België van twintig jaar later, wordt echter beperkt geacht. Het valt namelijk te betwijfelen of ook op een Vlaams Ongelijkvloers kruispunt klasse **c** deze aantallen geregistreerd zullen worden. Er wordt wel iets verwacht van de voorspellende kracht van de *relatieve* slachtoffergegevens. De vetgedrukte rijen in tabel 3.5 suggereren bijvoorbeeld dat, wanneer een gelijkvloers kruispunt met Verkeerslichten klasse **c** wordt vervangen door een Ongelijkvloers kruispunt, het aantal ongevallen er zal afnemen met ongeveer $100\% \times (5,872 - 3,085) / 5,872 = 47,5\%$.

In de berekening moet echter nog gecorrigeerd worden voor het verschil in de gemiddelde kruispuntintensiteit I_Z+I_H . De ongeval- en slachtofferaantallen zijn immers bij benadering recht evenredig met de kruispuntintensiteit, mits de intensiteitsverhouding en het kruispunttype gelijk blijven. Daarom worden die aantallen gedeeld door de gemiddelde kruispuntintensiteit.

Het percentage vermeden ongevallen is $100\% \times (5,872/16952 - 3,085/13168) / (5,872/16952) = 32,4\%$.

Het percentage vermeden gewonden is $100\% \times (1,305/16952 - 0,817/13168) / (1,305/16952) = 19,4\%$.

Het percentage vermeden doden is $100\% \times (0,076/16952 - 0,021/13168) / (0,076/16952) = 64,4\%$.

Deze percentages gelden niet voor fietsongevallen en -slachtoffers. Het percentage vermeden zwaar gewonden en het percentage vermeden licht gewonden worden verondersteld gelijk aan elkaar te zijn.

Voorgaande berekening is eigenlijk vooral geschikt voor zwarte punten die vallen onder de categorie waar de gegevens in tabel 3.13 op gebaseerd zijn. Namelijk: kruispunten met vier takken op enkelbaanswegen buiten de bebouwde kom van de categorieën 'autoweg' en 'weg met volledige gesloten verklaring', uitgezonderd kruisingen met autosnelwegen. Lang niet alle zwarte punten voldoen hier in voldoende mate aan. Ook bestaan er veel meer kruispunttypen dan enkel ongelijkvloerse, lichtengeregelde en voorrangskruispunten.

Gelukkig berekende de SWOV (Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid) in 1996 risicogegevens ('kencijfers') voor zeven soorten gelijkvloerse kruispunten. Weg-, verkeers- en ongevalgegevens zijn toen in opdracht van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer van Rijkswaterstaat bijeengebracht om actuele risicogegevens te kunnen berekenen. In tabel 3.6 zijn door de SWOV de volgende drie risico-indicatoren gegeven:

- het aantal slachtofferongevallen per miljoen motorvoertuigpassages (I_Z+I_H)
- het aantal slachtoffers per slachtofferongeval
- het aantal doden per slachtoffer [SWOV, 1997]

Omdat in dit eindwerk het aantal (licht en zwaar) gewonden en het aantal doden als invoerparameters van de kosten-batenanalyse worden gebruikt, zijn nu twee kolommen aan tabel 3.6 toegevoegd:

- het aantal doden per miljoen motorvoertuigpassages (= doden per slachtoffer x slachtoffers per slachtofferongeval x slachtofferongevallen per miljoen motorvoertuigpassages)
- het aantal gewonden per miljoen motorvoertuigpassages (= (1 – doden per slachtoffer) x slachtoffers per slachtofferongeval x slachtofferongevallen per miljoen motorvoertuigpassages)

Tabel 3.6 Kencijfers van verkeersslachtoffers op verschillende kruispunttypen [SWOV, 1997]

Kruispunttype		Slachtofferongevallen per miljoen motorvoertuigpassages	Slachtoffers per slachtofferongeval	Doden per slachtoffer	Doden per miljoen motorvoertuigpassages	Gewonden per miljoen motorvoertuigpassages
bubeko	3-4 takken (RONA-type 2A)	0,21	2,32	0,09	0,0438	0,4434
	4 takken (RONA-type 3)	0,23	2,22	0,10	0,0511	0,4595
bibeko	3 takken, met verkeerslichten	0,13	1,21	0,04	0,0063	0,1510
	4 takken, met verkeerslichten	0,15	1,19	0,05	0,0089	0,1696
	3 takken, zonder verkeerslichten	0,09	1,92	0,07	0,0121	0,1607
	4 takken, zonder verkeerslichten	0,08	1,56	0,06	0,0075	0,1173
	rotonde, zonder verkeerslichten	0,06	1,18	0,04	0,0028	0,0680

RONA-type 2A is een kruispunt met drempels in de zijwegen en met linksaf-vakken in de hoofdweg. De rijstrookindeling en -scheiding zijn met markering aangegeven.

RONA-type 3 is een kruispunt met een voorrangsregeling, met 'verkeersdruppels' in de zijwegen en met linksaf-vakken op de hoofdweg. Er is geen fysieke rijbaanscheiding op hoofdrijbaan en de rijstroken zijn met verf gemarkeerd. [Poppe, 1996, p.16]

Als ter plaatse van een zwart punt het huidige en het ontworpen kruispunttype beide in tabel 3.6 voorkomen, dan kunnen de vetgedrukte kolommen gebruikt worden om de percentages vermeden ongevallen en slachtoffers te berekenen. Wanneer bijvoorbeeld een rotonde met vier takken wordt aangelegd waar nu nog verkeerslichten staan, dan zal het percentage vermeden (licht en zwaar) gewonden ongeveer $100\% \times (0,1696 - 0,0680) / 0,1696 = 59,9\%$ bedragen.

3.3.4 Gegevens van ongevallen op Vlaamse wegvakken

Niet alle zwarte punten zijn kruispunten: sommige zwarte punten betreffen gevaarlijke wegvakken waar veel verkeersslachtoffers geregistreerd zijn. De kosten-batenanalyse moet zich in zo'n geval richten op de effecten van het wijzigen van wegkenmerken, waaronder de verandering van de ongevalkansen.

Het Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit heeft in 2003 een literatuurstudie uitgevoerd naar risicoanalyses op basis van wegkenmerken. Om een risicoanalyse op te stellen zijn enkele basisgegevens nodig. Ten eerste moet het aantal verkeersongevallen of verkeersdoden bekend zijn. Ten tweede is het bepalen van de expositie (blootstelling) van

verschillende verkeersdeelnemers belangrijk. In de literatuurstudie wordt aangegeven welke moeilijkheden er zijn bij het bepalen van deze expositie. Ook wordt een overzicht gegeven van verschillende methodes die buiten Vlaanderen gebruikt worden om een risicoanalyse op te stellen wat betreft de verkeersveiligheid. Op basis daarvan worden aanbevelingen voor verdere risicoanalyse in Vlaanderen gedaan. [Dreesen en Cuyvers, 2003, p. 3]

Risicoanalyse is een methode om verkeersonveiligheid te kwantificeren. Hierbij kunnen wegkenmerken als bepalende factoren aangebracht worden. In het kader van dit eindwerk wordt overwogen om een risicoanalyse op basis van wegkenmerken te gebruiken als hulpmiddel bij de kosten-batenanalyse.

Vanzelfsprekend "is het aantal ongevallen op een wegvak of kruispunt in hoge mate afhankelijk van weglengte en verkeersstromen (Barker & Baguley, 2001). Of: men verwacht in het algemeen meer ongevallen op een lange weg met een hoge verkeersintensiteit dan op een korte weg met lage intensiteit. Voor een voetganger zal de kans op een ongeval ook stijgen naarmate hij zich langer in het verkeer bevindt. In al deze gevallen is het aspect 'expositie' belangrijk, en daarom moet dit (...) meegenomen worden bij het uitvoeren van een risicoanalyse." [Dreesen en Cuyvers, 2003, p. 4]

Uit het bovenstaande citaat kan geconcludeerd worden dat de onveiligheid van wegvakken uitgedrukt moeten worden in aantallen ongevallen of slachtoffers per lengte-eenheid per tijdseenheid, bijvoorbeeld zwaar gewonden per kilometer per jaar. Dat is een eerste voorwaarde om de verkeersonveiligheid van verschillende wegvakken met elkaar te mogen vergelijken. Een tweede voorwaarde is dat alleen wegvakken met ongeveer dezelfde verkeersintensiteit met elkaar vergeleken worden.

Stel dat een zwart punt een gevaarlijk wegvak betreft met inrichtingskenmerkenset A en een intensiteit van 1,4 miljoen voertuigen per jaar per richting. Stel bovendien dat het wegvak heringericht zal worden met inrichtingskenmerkenset B. Deze methode vereist dat een groot aantal (liefst alle) Vlaamse wegvakken met inrichtingskenmerkenset B op een rij worden gezet. Van deze wegen moet de verkeersintensiteit bekend zijn of bepaald worden. Vervolgens worden uit de lijst de wegvakken geselecteerd die ongeveer dezelfde intensiteit hebben, bijvoorbeeld tussen 1,0 en 2,0 miljoen voertuigen per jaar per richting. Van alle geselecteerde wegvakken samen wordt de totale lengte bepaald (bijvoorbeeld 50 km) en wordt het aantal geregistreerde doden, zwaar gewonden en licht gewonden bepaald (bijvoorbeeld respectievelijk 10, 50 en 100 slachtoffers per jaar). Nu kan berekend worden dat op de heringerichte weg jaarlijks ongeveer 0,2 doden, 1,0 zwaar gewonde en 2,0 licht gewonden per kilometer lengte geregistreerd zullen worden. Deze aantallen worden vermenigvuldigd met de lengte in kilometers van het wegvak dat heringericht zal worden. De resulterende aantallen te verwachten slachtoffers worden ten slotte van de huidige aantallen slachtoffers afgetrokken om de aantallen vermeden slachtoffers te voorspellen.

Voor deze berekening zijn opnieuw veel gegevens nodig van zowel het zwarte punt als van een groot aantal andere wegvakken:

- De intensiteit op het wegvak
- Enkele inrichtingskenmerken
- Het aantal geregistreerde doden, zwaar gewonden en licht gewonden per jaar
- De lengte van het wegvak

In Vlaanderen worden regelmatig onderzoeken naar verplaatsingsgedrag uitgevoerd. "Er zijn op dit moment gegevens beschikbaar over Vlaanderen (1994 en 2000), de Vlaamse rand rond Brussel (2003) en de stadsgewesten Antwerpen (1998), Hasselt-Genk (1998), Gent (2000), Leuven (2003), Mechelen (2003) en Aalst (2003). [Dreesen en Cuyvers, 2003, p. 40]

Met een routekeuze-algoritme zouden die bekende verplaatsingen aan een computermodel van (een deel van) het Vlaamse wegennet toegewezen kunnen worden, zodat de intensiteiten op wegvakken en kruispunten bepaald zouden kunnen worden.

Binnen het Vlaamse gewest schijnt een wegendatabank opgezet te zijn, waarin voor gewestwegen inrichtingskenmerken bijgehouden worden. In België worden ongevalgegevens nationaal verzameld door het NIS. Ze zijn gebaseerd op de aangifte van ongevallen met doden en/of gewonden door de politie. Het aantal slachtoffers kan desgewenst worden opgedeeld naar de aard van de weggebruiker, tijdstip, leeftijd en geslacht.

“De gegevens van het NIS van ongevallencijfers kunnen ook uitgesplitst worden naar wegtype en bebouwing. Momenteel worden deze types gehanteerd:

- Autosnelwegen en verkeerswisselaars
- Gewestwegen en Provinciewegen, binnen bebouwde kom
- Gewestwegen en Provinciewegen, buiten bebouwde kom
- Gemeentewegen, binnen bebouwde kom
- Gemeentewegen, buiten bebouwde kom

Er worden echter geen inrichtingsprincipes vermeld, zodat er in uiterlijke kenmerken niet noodzakelijk een verschil is tussen een gewest- of een gemeenteweg binnen een bebouwde kom.” [Dreesen en Cuyvers, 2003, p. 40]

De vraag is echter of deze ongevalgegevens gekoppeld kunnen worden aan een lijst met locaties (wegen en kruispunten). “Binnen AWV zou een project opgezet worden waarbij ongevallen gelokaliseerd worden binnen een GIS-omgeving. Hierbij zouden ook gegevens staan over kruispuntsoorten. Andere onderzoeken, zoals projecten binnen de verschillende Vlaamse provincies om ongevallen te lokaliseren, zijn ook beschikbaar (Hannes et al. 2001).” [Dreesen en Cuyvers, 2003, p. 40] Een recent verzoek aan de AWV (administratie Wegen en Verkeer van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap) om meer informatie over de voortgang en resultaten van deze projecten is echter helaas niet beantwoord.

3.3.5 Gegevens van ongevallen op Nederlandse wegvakken

Wegens het blijvende gebrek aan Vlaamse ongevalgegevens in relatie tot wegkenmerken, wordt opnieuw uitgeweken naar Nederland en wordt teruggevallen op kencijfers die de SWOV in 1996 berekende voor verschillende wegtypen. Voor alle onderscheiden wegtypen zijn de belangrijkste gegevens bijeengebracht. In tabel 3.7 zijn door de SWOV de volgende drie risico-indicatoren gegeven:

- het aantal slachtofferongevallen per miljoen motorvoertuigkilometers
- het aantal slachtoffers per slachtofferongeval
- het aantal doden per slachtoffer

Opnieuw zijn hier twee kolommen aan de oorspronkelijke tabel toegevoegd. Omdat het nu om wegvakken i.p.v. kruispunten gaat, zijn de ongevallen en slachtoffers in tabel 3.7 gerelateerd aan motorvoertuigkilometers i.p.v. motorvoertuigpassages.

Tabel 3.7 Kencijfers van verkeersslachtoffers op verschillende wegtypen [SWOV, 1997]

Wegvaktype (verkeersaders)		slachtofferongevallen per miljoen motorvoertuigkilometers	slachtoffers per slachtofferongeval	doden per slachtoffer	doden per miljoen motorvoertuigkilometers	gewonden per miljoen motorvoertuigkilometers
bubeko	3-4strooks autosnelweg	0,07	1,50	0,02	0,0021	0,1029
	2strooks autosnelweg	0,06	1,44	0,04	0,0035	0,0829
	enkelbaans, met gesloten verklaring	0,18	1,22	0,06	0,0132	0,2064
	enkelbaans, alle verkeer	0,21	1,43	0,05	0,0150	0,2853
bibeko	dubbelbaans, met gesloten verklaring	0,22	1,23	0,04	0,0108	0,2598
	dubbelbaans, alle verkeer	0,42	1,06	0,05	0,0223	0,4229
	enkelbaans, met gesloten verklaring	0,45	1,18	0,02	0,0106	0,5204
	enkelbaans, alle verkeer	0,58	1,14	0,01	0,0066	0,6546

Veronderstel dat een Vlaams dubbelbaans wegvak binnen de bebouwde kom een 'zwart punt' is. Omdat veel van de slachtoffers fietsers waren, wordt parallel een nieuw (brom)fietspad aangelegd en wordt fietsen op de rijbaan verboden. Het voorspellen van het aantal hierdoor vermeden slachtoffers verloopt nu als volgt. Het aantal slachtoffers op het nieuwe fietspad wordt verwaarloosbaar geacht. Volgens de vetgedrukte kencijfers in tabel 3.7 zal het aantal doden afnemen met $100\% \times (0,0223 - 0,0108) / 0,0223 = 52\%$. Aangezien de kencijfers geen onderscheid maken tussen licht- en zwaargewonden, wordt aangenomen dat beide aantallen met eenzelfde percentage zullen afnemen, namelijk met $100\% \times (0,4229 - 0,2598) / 0,4229 = 39\%$.

3.4 Aantal vermeden ongevallen en slachtoffers

Er zijn nu verschillende methoden gepresenteerd om te bepalen met welk percentage het aantal ongevallen en slachtoffers zal dalen door de herinrichting van een zwart punt. Welke van deze methoden het meest geschikt is, hangt af van de eigenschappen van het zwarte punt en van de gegevens die erover bekend zijn. Soms zal geen enkele methode soelaas bieden en is een beredeneerde aanname nodig. Dit gebeurde bijvoorbeeld voor de fietsongevallen bij project 001006, waar een daling met 80% is aangenomen. Tot dusver zijn de percentages in tabel 3.8 geschat.

Tabel 3.8 Percentages vermeden ongevallen en slachtoffers bij project 001006

	Fietser	Geen fietser
Percentage vermeden ongevallen	80%	32,4%
Percentage vermeden doden	80%	64,4%
Percentage vermeden zwaar gewonden	80%	19,4%
Percentage vermeden licht gewonden	80%	19,4%

Maar vanaf wanneer worden deze slachtoffers vermeden? Uit figuur 3.13 blijkt dat het definitief ontwerp begin 2007 voltooid zal zijn en dat aannemers zich in maart 2007 op de aanbesteding kunnen inschrijven. De verwachting is daarom dat de investeringskosten vooral in 2008 gemaakt zullen worden en dat vanaf 2009 gedurende een levensduur van ongeveer 35 jaar de baten voelbaar zullen zijn, in de vorm van minder verkeersongevallen.

Voor elk van de jaren 2009 t/m 2043 wordt in bijlage 3 het aantal vermeden ongevallen en slachtoffers bepaald. Daartoe worden de percentages uit tabel 3.8 vermenigvuldigd met de respectievelijke aantallen uit bijlage 2, die verwacht worden als project 001006 niet wordt uitgevoerd. In de vier rechter kolommen in bijlage 3 zijn de aantallen m.b.t. fietsers opgeteld bij de aantallen waar geen fietsers bij betrokken zijn. Het resultaat is het totale aantal vermeden ongevallen, doden, zwaar gewonden en licht gewonden per jaar in de toekomst. Tijdens de levensduur van project 001006 blijken 146 letselongevallen, 19 zwaar gewonden en 173 licht gewonden vermeden te worden.

3.5 Vermeden kosten per slachtoffer en per ongeval

3.5.1 Vermeden humane kosten

Op 6 oktober 2005 verscheen het boek 'Investerings in verkeersveiligheid in Vlaanderen' van de econoom Bram De Brabander van de Universiteit Hasselt. Hij plakte "bedragen op een verkeersdode (2 miljoen euro), een zwaargewonde (700.000 euro) en een lichtgewonde (21.000 euro)". [De Standaard, 11-10-2005]. De grootste baten van het herinrichten van een zwart punt bestaan uit het vermijden van het lijden van mensen. Die schade betreft de pijn en het verdriet die verkeersslachtoffers of hun nabestaanden ondervinden. Dergelijke immateriële schade wordt in kosten-batenanalyses vaak 'pro-memorie' opgegeven, omdat men zich er niet aan wil wagen die schade in geld uit te drukken. Hier wordt desondanks een poging gedaan om ook humane kosten te waarderen in de kosten-batenanalyse van zwarte punten.

In zijn boek stelt De Brabander dat de humane kosten de waarde vertegenwoordigen "die iemand hecht aan zijn eigen leven" [De Brabander, 2005, p. 78] en dat "verschillen in waarderingen van een mensenleven, in belangrijke mate, het gevolg zijn van een aantal uitgangspunten en onderzoeksmethoden die verschillende onderzoekers hanteren" [idem, p. 79]. Een methode die de bereidheid tot betaling hanteert zorgt ervoor dat het leven van iemand (in een land) met veel geld, hoger wordt gewaardeerd dan dat van iemand die het minder goed getroffen heeft. Een dergelijke methode en haar resultaten zijn ethisch betwistbaar en controversieel. De Brabander hanteerde in 2005 desondanks de humane kosten in tabel 3.9.

Tabel 3.9 Vermeden humane kosten volgens het jaar waarin een slachtoffer vermeden wordt

Jaar	Reële waarde dodelijk slachtoffer	Contante waarde dodelijk slachtoffer	Reële waarde zwaar gewonde	Contante waarde zwaar gewonde	Reële waarde licht gewonde	Contante waarde licht gewonde
2005	2.096.000	2.096.000	314.000	314.000	21.000	21.000
2006	2.127.000	2.045.000	319.000	307.000	21.000	20.000
2007	2.157.000	1.995.000	324.000	299.000	22.000	20.000
2008	2.188.000	1.945.000	328.000	292.000	22.000	19.000
...

Alle bedragen zijn in hele euro's. Door het gebruik van een constante discontovoet van 4% en een inflatie (prijsstijging) van 1,3%, wordt nu het verlies van een mensenleven in 2032 maar half zo 'erg' als een dodelijk slachtoffer in 2006. De contante waarde in basisjaar 2006 van een vermeden verkeersdode in 2032 bedraagt namelijk $2.127.000 * 0,973^{2032 - 2006} = \text{€}1.044.002,-$.

3.5.2 Vermeden medische kosten

Bij een verkeersongeval zijn de volgende medische kosten van belang:

- Polikliniek- en EHBO-kosten (Volgens de SWOV gemiddeld vier behandelingen)
- Ambulancekosten (Volgens Unie der Belgische Ambulancediensten €362,- per rit; gemiddeld 1 rit per dode, 1 per zwaar gewonde en 0,13 per licht gewonde) [De Brabander, 2005, p. 57]
- Liggeld in het ziekenhuis
- Operatiekosten
- Geneesmiddelen
- Bezoekkosten (SWOV rekent €10,- per bezoek en 2 bezoeken per dag; De Brabander rekent €140,- per zwaar gewonde en 20 euro per dodelijk slachtoffer)
- Revalidatiekosten [idem, p. 59]
- Aanpassing woningen [idem, p. 60]

Al deze kosten worden in tabel 3.10 bij elkaar opgeteld. Een bedrag volgens het huidige prijspeil wordt telkens verkregen door het bedrag uit 2005 met 1,013 te vermenigvuldigen.

Tabel 3.10 Vermeden medische kosten

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005 Eerste interventie ambulance	0	362	362	47
2005 Bezoekkosten	0	20	140	0
2005 Overige medische kosten	0	3.044	9.831	455
2005 Totaal	0	3.426	10.333	502
2006 Totaal	0	3.471	10.467	509

3.5.3 Vermeden begrafenis kosten

“De begrafenis kosten zijn kosten die ontstaan doordat een verkeersslachtoffer te vroeg overlijdt, in vergelijking met een normale levensverwachting. De kost die ontstaat is het renteverlies op het bedrag dat betrekking heeft op de begrafenis kosten, over de periode dat het slachtoffer te vroeg overlijdt.” [De Brabander, 2005, p. 60] De Brabander berekent de gemiddelde leeftijd van de slachtoffers, het gemiddelde aantal verloren levensjaren en de gemiddelde kosten van een uitvaart (€3.019,- in 2005). Het resultaat staat in tabel 3.11.

Tabel 3.11 Vermeden renteverlies op vervroegde begrafenis kosten

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	0	1.696	0	0
2006	0	1.718	0	0

3.5.4 Vermeden kosten van interventies door brandweer en politie

De Brabander berekent dat wat betreft brandweerinterventies “per vermeden letselongeval er een vermeden kost is van 821 euro (prijspeil 2005)” [idem, p. 66]. Gezien het loon van agenten, wordt per vermeden ongeval bovendien (95 euro per politie-interventie x 0,26 interventies per ongeval =) €25,- bespaard. Hierbij moet worden opgemerkt dat – hoewel lang niet alle ongevallen lichamelijke letsels veroorzaken – de woorden ‘letselongeval’ en ‘ongeval’ door elkaar gebruikt worden. Aangezien in de Vlaamse ongevallendatabank geen ongevallen met uitsluitend materiële schade zijn geregistreerd, zou dat onderscheid geen gevolgen hebben voor de resultaten van de analyse.

Tabel 3.12 Vermeden interventiekosten

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	846	0	0	0
2006	857	0	0	0

3.5.5 Vermeden productieverlies

“Bij de berekening van de productieverliezen maken we een onderscheid tussen overleden en gewonden slachtoffers.” [De Brabander, 2005, p. 69] Voor de berekening van het productieverlies door overlijden zijn de volgende onderdelen gebruikt:

- De gemiddelde leeftijd van de overleden slachtoffers (40 jaar in 2001)
- De gemiddelde leeftijd tot waarop er gewerkt zou worden (58 jaar)
- De gemiddelde waarde aan productie die een persoon per jaar opbrengt (€42.101,- per voltijdse werknemer in 2000)

Bij zwaargewonde slachtoffers zal ziekteverzuim of tijdelijke arbeidsongeschiktheid ontstaan. Een zwaargewonde wordt gedefinieerd als iemand “die minstens 24 uur in een ziekenhuis wordt opgenomen” [idem, p. 71], dus de periode waarin zwaargewonden niet economisch actief zijn is zeer gespreid. Voor 2005 bedraagt het tijdelijke productieverlies voor een zwaargewond slachtoffer gemiddeld 1.278 euro. Er is echter ook een kans op blijvende arbeidsongeschiktheid. De contante waarde van het gemiddelde blijvende productieverlies van een zwaargewond slachtoffer bedraagt €425.222,-. Opvallend is dat dit meer is dan het gemiddelde productieverlies van een dodelijk slachtoffer.

Omdat lichtgewonde slachtoffers maximaal 24 uur in het ziekenhuis verblijven en zelden revalidatie nodig hebben is hun arbeidsongeschiktheid veel beperkter. Op basis van Australisch onderzoek wordt de verloren productiviteit van een licht gewonde op twee werkdagen geschat. [idem, p. 73]

Tabel 3.13 Vermeden productieverlies

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	0	66.630	426.500	365
2006	0	67.496	432.045	370

3.5.6 Vermeden administratieve kosten

Verzekeringsmaatschappijen vragen aan betrokkenen bij een ongeval gemiddeld €161,- per betrokkene. Aangezien er bij een ongeval gemiddeld 1,7 partijen betrokken zijn [De Brabander, 2005, p. 81], wordt per vermeden ongeval €275,- aan administratieve kosten vermeden.

Tabel 3.14 Vermeden administratieve kosten

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	275	0	0	0
2006	279	0	0	0

3.5.7 Vermeden materiële schade aan voertuigen en het openbaar domein

Uit een verzekeringsdatabank werd een bedrag van €3.066,- voertuigschade per letselongeval gedestilleerd.

“Op basis van informatie van de Vlaamse Gemeenschap kennen we de kosten per ongeval waarbij zich schade aan het openbaar domein voordoet.” [De Brabander, 2005, p. 82] Bovendien werd vastgesteld dat één op de tien ongevallen materiële schade van het openbaar domein veroorzaakte. Het gewogen gemiddelde van de schadekosten per geregistreerd ongeval bedraagt slecht 6 euro.

Tabel 3.15 Vermeden materiële schade aan voertuigen en openbaar domein

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	3.072	0	0	0
2006	3.112	0	0	0

3.5.8 Vermeden gerechtskosten

“Op basis van het personeelsbudget voor verschillende types van rechtbanken, werden de kosten voor de politierechtbank en de rechtbank van eerste aanleg geschat. (...) Voor een letselongeval betekent dit dat een vermeden kost van 34 euro kan toegekend worden.” [De Brabander, 2005, p. 85] Daarnaast worden door het vermijden van ongevallen ook kosten voor rechtsbijstand vermeden. Op basis van verzekeringsgegevens en rekening houdend met het feit dat niet iedereen een rechtsbijstandsverzekering heeft, zijn de gemiddelde kosten van rechtsbijstand vastgesteld op €98,- per ongeval.

Tabel 3.16 Vermeden kosten voor politierechtbanken, rechtbanken van eerste aanleg en rechtsbijstand

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	132	0	0	0
2006	134	0	0	0

3.5.9 Vermeden congestiekosten

Door het vermijden van ongevallen worden ook files vermeden. Daarbij moet meegewogen worden dat verschillende groepen weggebruikers een verschillende waarde aan hun reistijd hechten. Bram De Brabander berekent in zijn boek dat de vermeden congestiekosten €554,- per vermeden ongeval bedragen.

Tabel 3.17 Vermeden congestiekosten

Prijspeil	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
2005	554	0	0	0
2006	561	0	0	0

3.5.10 Totale vermeden kosten per vermeden slachtoffer en ongeval

Wanneer de baten (vermeden kosten) per vermeden ongeval of slachtoffer volgens prijspeil 2006 worden opgeteld, dan resulteren de totale baten in tabel 3.18.

In bijlage 4 (kolom 2 t/m 5) worden deze bedragen voor elk jaar t/m 2045 verdisconteerd naar de contante waarde in 2006. Hierbij wordt een discontovoet van 4% en een inflatie van 1,3% per jaar gehanteerd. De resultaten zijn van toepassing op elk zwart punt in Vlaanderen.

Tabel 3.18 Totale baten per vermeden ongeval of slachtoffer volgens prijspeil 2006

	Per ongeval	Per dodelijk slachtoffer	Per zwaar gewonde	Per licht gewonde
Vermeden humane kosten	0	2.127.000	319.000	21.000
Vermeden medische kosten	0	3.471	10.467	509
Vermeden begrafenis kosten	0	1.718	0	0
Vermeden interventiekosten	857	0	0	0
Vermeden productieverlies	0	67.496	432.045	370
Vermeden administratieve kosten	279	0	0	0
Vermeden materiële schade	3.112	0	0	0
Vermeden gerechtskosten	134	0	0	0
Vermeden congestiekosten	561	0	0	0
Totale baten door verkeersveiligheid	4.943	2.199.685	761.512	21.879

In bijlage 3 werd voor elk jaar berekend hoeveel ongevallen en slachtoffers er vermeden zullen worden door de uitvoering van project 001006. Deze aantallen worden nu in bijlage 4 vermenigvuldigd met de contante waarde van een ongeval of slachtoffer in dat jaar. Zo resulteren in kolom 6 t/m 9 de jaarlijkse baten door vermeden ongevallen, doden, zwaar gewonden en licht gewonden. De contante waarde van die baten, gesommeerd over de hele levensduur van het project, bedraagt:

- €449.371,- door vermeden ongevallen
- €0,- door vermeden doden (aangezien er in vijf jaar geen doden zijn geregistreerd, worden ze ook in de toekomst niet verwacht, hoewel de kans in werkelijkheid niet nul is)
- €8.931.626,- door vermeden zwaar gewonden
- €2.349.898,- door vermeden licht gewonden

De totale baten door verbeterde verkeersveiligheid – eveneens verdisconteerd naar de contante waarde in 2006 – bedragen €11.730.894,- voor project 001006.

3.6 Overige baten

Tot nu toe waren alle berekende baten puur afhankelijk van het aantal vermeden ongevallen en slachtoffers. De herinrichting van een zwart punt kan echter ook andere effecten hebben dan verbetering van de verkeersveiligheid.

3.6.1 Gecreëerde werkgelegenheid

Voor de herinrichting van zwarte punten zijn mensen nodig die het ontwerp maken en die de herinrichting uitvoeren. “Soms wordt aangehaald dat de arbeid die gecreëerd wordt door het project als een baat dient opgenomen te worden. Er worden immers op dat moment jobs gecreëerd en dat kan alleen maar goed zijn. Dit kan helaas slechts maar ten dele waar zijn. Enkel het deel van de arbeidsplaatsen die opgevuld worden door mensen die zonder het project werkloos zouden zijn, kunnen opgenomen worden als baat.” [De Brabander, 2005, p. 84] De komende jaren zal de vraag naar wegenbouwers en verkeerskundigen naar verwachting groter blijven dan het aanbod, dus er wordt enkel frictiewerkloosheid verwacht. Daarom worden arbeidskosten hier niet als baten gezien.

3.6.2 Verminderd brandstofverbruik

Mogelijk zal er brandstof bespaard worden doordat het gemotoriseerd verkeer minder hoeft te stoppen na de herinrichting. Het extra brandstofverbruik van een voertuig dat moet stoppen bedraagt gemiddeld:

$$0,034 \times M \times v^{1,5} \times 10^{-6} \text{ liter per stop} \quad (3.2)$$

Daarin is v de snelheid in km/h en is M de massa van het voertuig in kg. Daarnaast veroorzaakt stilstaan met draaiende motor een gemiddeld brandstofverbruik van 1,1 liter per uur. [Zuylen, 2002, p. 153] Dat is niet alleen slecht voor de portemonnee, maar ook voor het milieu. Wanneer die (vermeden) milieukosten echter gekwantificeerd worden voor een concreet project, blijken ze verwaarloosbaar te zijn. [De Brabander, 2005, p. 150 en 159]

De vermindering van het brandstofverbruik wordt hieronder geschat voor project 001006. Het is een druk kruispunt met verkeerslichten, maar na de aanleg van een Hollands complex zal de gemiddelde wachttijd er veel lager zijn. Er zijn enkele aannamen nodig om de berekening uit te voeren.

- De etmaalintensiteit op de R16 is 31.609 motorvoertuigen (15.805 per richting) per werkdag. Dit is gebaseerd op een telling in 2005 op de daarmee vergelijkbare Kruithuisweg in Delft ter plaatse van het kruispunt met de Voorhofdreef.
- De intensiteit op de Mechelsesteenweg bedraagt ongeveer de helft hiervan, dus de totale kruispuntintensiteit wordt geschat op $1,5 \times 31.609 = 47.414$ motorvoertuigen per werkdag.
- De gemiddelde weekintensiteit is zes maal het aantal motorvoertuigen per werkdag, dus $6 \times 47.414 = 284.481$ motorvoertuigen per week. Een gemiddeld jaar bevat 52,18 weken, dus per jaar maken $52,18 \times 284.481 = 14.843.812$ motorvoertuigen gebruik van het kruispunt.
- Op de R16 moet in de huidige situatie 40% van de ($\frac{2}{3} \times 14.843.812 = 9.895.875$) motorvoertuigen stoppen voor de verkeerslichten. Het gaat dus om $0,4 \times 9.895.875 = 3.958.350$ stoppende motorvoertuigen per jaar. Ze hebben een gemiddelde massa van 1500 kg. Het extra brandstofverbruik dat nodig is om na een stop weer op te trekken tot de maximum snelheid van 90 km/h, bedraagt $0,034 \times M \times v^{1,5} \times 10^{-6} = 0,034 \times 1500 \times 90^{1,5} \times 10^{-6} = 0,0435$ liter per optrekkend voertuig. Bij een aangenomen gemiddelde wachttijd van een halve minuut komt daarbij nog 1,1 liter per uur / 120 halve minuten per uur = 0,00917 liter per stilstaand voertuig. In totaal gaat het op de R16 dus om $0,0435 + 0,00917 = 0,0527$ liter per stoppend voertuig maal 3.958.350 stoppende voertuigen per jaar = 208.649 liter brandstof per jaar in de huidige situatie.
- Op de Mechelsesteenweg verloopt dezelfde berekening – maar dan met een maximum snelheid van 50 km/h en 60% stoppende voertuigen – als volgt:
 $\frac{1}{3} \times 14.843.812 = 4.947.937$ motorvoertuigen per jaar
 $0,6 \times 4.947.937 = 2.968.762$ stoppende motorvoertuigen per jaar
 $0,034 \times 1500 \times 50^{1,5} \times 10^{-6} = 0,01803$ liter per optrekkend motorvoertuig
 $1,1 / 120 = 0,00917$ liter per stilstaand motorvoertuig
 $0,01803 + 0,00917 = 0,0272$ liter per stoppend motorvoertuig
 $2.968.762 \times 0,0272 = 80.750$ liter brandstof per jaar op de Mechelsestraatweg
 Op de R16 en de Mechelsestraatweg samen verbruiken stoppende motorvoertuigen in de huidige situatie $208.649 + 80.750 = 289.399$ liter brandstof per jaar.
- Na de herinrichting van het kruispunt tot een Hollands complex zal rechtdoorgaand verkeer op de R16 niet meer hoeven te stoppen. Dit betreft naar schatting 80% van de motorvoertuigen op de R16. De overige 20% slaat af en zal net als het verkeer op de Mechelsestraatweg van de rotondes gebruik gaan maken. In totaal zullen dus jaarlijks $0,2 \times 9.895.875 + \frac{1}{3} \times 14.843.812 = 6.927.112$ motorvoertuigen een rotonde oprijden.

- Er wordt aangenomen dat de kans dat die voertuigen voor één rotonde moeten stoppen om verkeer op de rotonde voorrang te geven 30% is. De kans dat ze voor beide rotondes moeten stoppen is 5%. Per motorvoertuig wordt er dus $0,3 + 0,05 + 0,05 = 0,4$ maal gestopt; per jaar zullen dat $0,4 \times 6.927.112 = 2.770.845$ stops zijn. De gemiddelde wachttijd per stop wordt geschat op 10 seconden ofwel $\frac{1}{360}$ uur. Per stop wordt dus $0,034 \times 1500 \times 50^{1,5} \times 10^{-6} + \frac{1,1}{360} = 0,02109$ liter verbruikt. Het extra brandstofgebruik door de lagere snelheid en de grotere weglengte op de rotonde wordt verwaarloosd. In de nieuwe situatie zal $2.770.845 \times 0,02109 = 58.425$ liter brandstof per jaar worden verbruikt voor het stilstaan en optrekken.

De vermindering van het brandstofgebruik door de uitvoering van project 001006 is dus $289.399 - 58.425 = 230.974$ liter per jaar. Met een gewogen gemiddelde brandstofprijs van €1,30 per liter [www.anwb.nl] zal jaarlijks $230.974 \times 1,30 = €300.266,-$ minder aan brandstof worden uitgegeven (prijspeil 2006).

3.6.3 Verminderde inkomsten uit belastingen op brandstof

Van de verminderde uitgaven aan brandstof dan moeten de accijnzen (met lood €0,565; loodvrij €0,507; diesel €0,29 per liter) en BTW (21%) daarvan afgetrokken worden om de baten te bepalen. De brandstofbesparing veroorzaakt namelijk een opbrengstdaling voor de overheid. Voor personenauto's dalen de overheidsontvangsten in 2006 gemiddeld met €0,616 per bespaarde liter brandstof, ofwel met €0,0396 per bespaarde voertuigkilometer. Bij vrachtwagens loopt de overheid in 2006 gemiddeld €0,063 per bespaarde voertuigkilometer mis. [De Brabander, 2005, p. 88]

De verloren BTW en accijnzen dienen bovendien nog opgehoogd te worden met het 'maatschappelijke verlies'. Met die belastinggelden zouden namelijk goederen en diensten gecreëerd zijn met een iets hoger nut dan de kostprijs, vergelijkbaar met het consumentensurplus. "Hoeveel dit nut is, is voor Vlaanderen niet exact bekend, maar een waarde van 0,2 euro per euro ontvangen belasting is een aanvaardbaar cijfer". [idem, 2005, p. 86]

Voor project 001006 wordt verondersteld dat de gewogen gemiddelde accijnzen €0,40 per liter en de BTW $0,21 \times 1,30 = €0,273$ per liter bedragen, dus samen €0,673 belastinggeld per liter brandstof. Daar bovenop komt nog het maatschappelijk verlies van $0,2 \times 0,673 = €0,135$ per liter. De negatieve baten door verloren overheidsinkomsten bedragen dus $0,673 + 0,135 = €0,808$ per liter, ofwel €186.535 op jaarbasis. De netto baten door brandstofbesparing zijn dus $300.266 - 186.535 = €113.731,-$ per jaar (prijspeil 2006).

In kolom 11 in bijlage 4 staan deze baten voor elk jaar gedurende de vermoedelijke levensduur van het Hollands complex en zijn rotondes. De bedragen zijn de contante waarde van de brandstofbesparing per jaar, verdisconteerd naar het jaar 2006. Als de baten in al die jaren opgeteld worden, blijkt de contante waarde van de brandstofbesparing door project 001006 maar liefst €2.391.503,- te bedragen.

3.7 Totale maatschappelijke baten

De baten door verbetering van de verkeersveiligheid en de netto baten door brandstofbesparing zijn per jaar bij elkaar opgeteld in kolom 12 van de tabel in bijlage 4. Voor project 100600 levert dit in totaal €14.122.397,- aan baten op (contante waarde in 2006).

3.8 Totale maatschappelijke kosten

In de vertrouwelijke bijlage 5 zijn de geraamde investeringskosten weergegeven voor project 001006. Deze kosten zullen vooral in 2008 gemaakt worden. Ze zijn onder te verdelen in:

- De netto kostprijs (exclusief AOSO en BTW)
- De kostprijs AOSO (= Administratie Ondersteunende Studies en Opdrachten van het Departement Leefmilieu en Infrastructuur, die diverse technische studies uitvoert [qc.aoso.vlaanderen.be])
- De BTW

De eerste twee onderdelen van de kosten zijn de investeringskosten die deel uit moeten maken van de kosten-batenanalyse. De belasting op de toegevoegde waarde (BTW) is echter geld dat de overheid aan de overheid betaalt, zodat het voor andere overheidsprojecten gebruikt kan worden. Het gaat dus niet om echte maatschappelijke kosten. Daarom wordt de BTW buiten de analyse gehouden.

De contante waarde in 2006 van de totale kosten die in 2008 worden gemaakt, wordt berekend door de kostenraming met $0,973^{2008-2006} = 0,973^2 = 0,947$ te vermenigvuldigen.

3.9 Beoordelingscriteria

3.9.1 Baten/kostenverhouding

Of een project maatschappelijk rendabel wordt geacht, hangt af van het gehanteerde beoordelingscriterium. Soms worden de totale baten gedeeld door de totale kosten van een project om de baten/kostenverhouding te bepalen. Het nadeel van een dergelijke kosten-batenanalyse is het volgende: wat de één 'negatieve baten' noemt, noemt de ander 'kosten'. Geen van beide benaderingen is fout, maar ze kunnen wel tot een heel andere conclusie leiden, wat de analyse onnodig subjectief maakt.

Stel bijvoorbeeld dat die 'negatieve baten' b_n 4 miljoen euro bedragen, de positieve baten b_p 10 miljoen euro bedragen en de investeringskosten k_i 1 miljoen euro bedragen. Volgens de eerste benadering is de baten/kostenverhouding dan:

$$v_{b/k} = \frac{b_p - b_n}{k_i} = \frac{10 - 4}{1} = 6 \quad (3.3)$$

Dit betekent dat tegenover elke euro aan kosten zes euro aan baten staan, dus het betreft een extreem goede investering.

Volgens de tweede benadering is de baten/kostenverhouding echter slechts:

$$v_{b/k} = \frac{b_p}{k_i + b_n} = \frac{10}{1 + 4} = 2 \quad (3.4)$$

De investering lijkt nu een stuk minder rendabel, terwijl dezelfde kosten en baten zijn gebruikt.

3.9.2 Netto contante waarde

"Het juiste criterium voor de beoordeling van de wenselijkheid van investeringen is de netto-contante waarde." [De Brabander, 2005, p. 118] Deze waarde kan omschreven worden met de volgende formule:

$$\text{Netto contante waarde} = \sum_{t=2006}^T \frac{B_t}{(1+r)^{t-1}} - \sum_{t=2006}^T \frac{K_t}{(1+r)^{t-1}} \quad (3.5)$$

B_t = de totale sociale baten van de herinrichting van het zwarte punt in jaar t

K_t = de totale sociale kosten van de herinrichting van het zwarte punt in jaar t

R = de discontovoet

T = het jaartal waarin de levensduur van het heringerichte zwarte punt naar schatting eindigt

Een project zal rendabel zijn indien de netto contante waarde positief is, dus indien de som van alle baten de som van alle kosten overtreft. Als een project maatschappelijk onrendabel blijkt te zijn, dan wordt geadviseerd om het te schrappen van de lijst met aan te pakken zwarte punten. Maar het primaat ligt natuurlijk bij de politiek: uiteindelijk moeten de volksvertegenwoordigers en niet de ingenieurs en economen beslissen of een project maatschappelijk wenselijk is. Deze kosten-batenanalyse is niet meer dan een hulpmiddel om die wenselijkheid in te schatten en te kwantificeren, zodat ze met de wenselijkheid van andere potentiële projecten vergeleken kan worden.

De contante waarde van alle maatschappelijke baten van project 001006 werd in bijlage 4 berekend. Het resultaat was dat de huidige waarde van alle baten €14.122.397,- is. De contante waarde van alle kosten zijn berekend in de vertrouwelijke bijlage 5. Het resultaat is dat de baten ongeveer tweemaal zoveel waard zijn als de kosten. Volgens formule 3.4 is de netto contante waarde van het hele project positief, dus project 001006 wordt maatschappelijk rendabel geacht.

Hoofdstuk 4. Besluit

4.1 Conclusies

België presteert op het vlak van verkeersveiligheid slechter dan het Europees gemiddelde en de kans om er in het verkeer te sterven is er twee maal zo groot als in Nederland. De registratie van verkeersongevallen en -slachtoffers is enkele jaren zeer slecht geweest en is nog steeds niet volledig. Dit bemoeilijkt het bepalen van de effectiviteit van verkeersveiligheidsmaatregelen.

Bij de bepaling van de prioriteitenlijst van zwarte punten is de waardeverhouding (licht gewonden) : (zwaar gewonden) : (doden) = 1 : 3 : 5 gehanteerd. Wanneer echter de totale vermeden kosten per vermeden slachtoffer worden berekend volgens prijspeil 2006, dan resulteert een verhouding (licht gewonden) : (zwaar gewonden) : (doden) = €21.879,- : €761.512,- : €2.199.685,- = 1 : 35 : 101. De laatste verhouding stemt beter overeen met de waarde die we aan letselernst toekennen. In de kosten-batenanalyse werd echter de fout gemaakt dat de kans op een dodelijk ongeval op 0 werd gesteld, doordat in vijf jaar geen dodelijke ongevallen werden geregistreerd. De verhouding 1 : 3 : 5 impliceert terecht dat veel zwaar gewonden in het verleden ook kan duiden op een grote kans op dodelijke slachtoffers.

De (naar 2006 verdisconteerde) totale baten van project 100600 in Lier bedragen €14.122.397,-. Dit is ordegrrootte twee maal zo veel als de totale kosten. De netto contante waarde van het hele project is sterk positief, dus project 001006 wordt maatschappelijk rendabel geacht.

De conclusie van de beslisboom-ontwikkeling is die beslisboom zelf. Deze staat in bijlage 1.

4.2 Aanbevelingen

De recente categorisering van het Vlaamse wegennet is vanuit de juiste ideeën over het belang van functie-hiërarchie en herkenbaarheid vertrokken, maar het resultaat is een chaos geworden. Dit komt enerzijds doordat elke bestuurslaag op zijn schaalniveau zijn eigen subcategorieën of subsubcategorieën heeft toegevoegd. Om gewenst verkeersgedrag op te roepen moet volgens de visie Duurzaam Veilig "in ieder geval het aantal te onderscheiden wegcategorieën beperkt zijn, wat de herkenbaarheid vergroot." [www.swov.nl] Dat staat in schril contrast met de Vlaamse categorisering. Maar anderzijds komt dit ook doordat men niet heeft durven kiezen voor radicale keuzes. Daarom wordt het maken van een nieuwe categorisering in Vlaanderen bepleit. Daarbij moet het uitgangspunt zijn: één functie per weg, dus één functie per categorie en in principe één snelheid per categorie. Daarbij kan de 'proeve van veilige snelheden' in tabel 2.7 gebruikt worden. De categorisering moet niet de huidige diversiteit beschrijven, maar een duurzaam veilige situatie voorschrijven. Doortochten van secundaire wegen door de bebouwde kom zouden vervangen moeten worden door ring-/rand-/rondwegen. Als het dwarsprofiel breed genoeg is, kunnen aparte ventwegen met een erftoegangsfunctie overwogen worden, zodat de doorgaande weg zijn verbindingfunctie kan behouden. Ook zou heroverwogen moeten worden of het onderscheid tussen binnen en buiten de bebouwde kom nog wel altijd te maken valt.

Wat betreft de kosten-batenanalyse kan een vervolgonderzoek aanbevolen worden, waarbij de maatschappelijke rendabiliteit van alle zwarte punten in de ontwerpfase berekend wordt. Een voorwaarde is wel dat de onderzoeker de beschikking krijgt over de werkelijk getelde intensiteiten op die zwarte punten. Er kan dan een nieuwe prioriteitenlijst opgesteld worden.

Afkortingen

ASVV	Aanbevelingen voor Stedelijke Verkeersvoorzieningen (oorspronkelijke benaming van huidige Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom)
AVOC	Aanpak Verkeersongevallenconcentraties
AWV	Administratie Wegen en Verkeer (Vlaamse overheid)
bibeko	Binnen de bebouwde kom
BIVV	Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid
bubeko	Buiten de bebouwde kom
CPB	Centraal Planbureau (NL)
CROW	Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek (NL)
EHK	Essentiële Herkenbaarheidkenmerken
ETW	Erftoegangsweg
GOW	Gebiedsontsluitingsweg
NEI	Nederlands Economisch Instituut
OEEI	Onderzoek Economische Effecten Infrastructuur
pae	Personenauto-equivalent
pv	Proces-verbaal
ROA	Richtlijnen voor het Ontwerp van Autosnelwegen
RONA	Richtlijnen voor het Ontwerp van Niet-Autosnelwegen
RSV	Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen
TV 3V	Tijdelijke Vennootschap Veilig Verkeer Vlaanderen (volgens www.tv3v.be) Tijdelijke Vereniging Veilig Verkeer Vlaanderen (volgens Jan Van Den Bossche)
SADT	<i>Structured Analysis and Design Technique</i> Gestructureerde analyse- en ontwerptechniek
SW	Stroomweg
SWOV	Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (NL)
VRI	Verkeersregelinstallatie



Literatuurlijst

Boelaert, F en Van Den Bossche, J. (2003). *Aanpak van de zwarte punten*. Presentatie van de Leidend ingenieur wegenbeleid en -beheer van wegbeheerder AWV en de Projectdirecteur van TV 3V, tijdens de 36e prof. ir. Van Cauterenleerstoel-studiedag op 26 november 2003. Katholieke Universiteit Leuven.

CROW (2004). *Richtlijn Essentiële Herkenbaarheidkenmerken van weginfrastructuur; Wegwijzer voor implementatie*. Publicatie 203. Kennisplatform voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte CROW, Ede.

CROW (2000a). *Handboek wegontwerp - wegen buiten de bebouwde kom; Basiscriteria*. Publicatie 164a. Kenniscentrum voor Verkeer, Vervoer en Infrastructuur CROW, Ede.

CROW (2000b). *Handboek wegontwerp - wegen buiten de bebouwde kom; Stroomwegen*. Publicatie 164b. Kenniscentrum voor Verkeer, Vervoer en Infrastructuur CROW, Ede.

CROW (1988). *ASVV; Aanbevelingen voor verkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom*. Publicatie 10. Stichting Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechiek C.R.O.W, Ede.

De Brabander, B. (2005). *Investerings in verkeersveiligheid in Vlaanderen; Een handleiding voor kosten-batenanalyse*. Lannoo Campus, Leuven.

De Standaard (24-05-2006). *Brussels openbaar net vervoert 255 miljoen mensen*.

De Standaard (16-05-2006). *Weekend, nacht en snelweg onveilig*.

De Standaard (03-05-2006). *Groen voor links afslaan is veiliger*.

De Standaard (11-10-2005). *Verkeer kost België elk jaar 12,5 miljard*.

Dijkstra, A. en Hummel, T. (2004) *Veiligheidsaspecten van het concept 'Bypasses voor bereikbaarheid'; Analyse van het concept van TNO Inro in het perspectief van Duurzaam Veilig*. Rapportnummer R-2004-6. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Donné, V. (2004). *Categorisering van lokale wegen; Richtlijnen, toelichting en aanbevelingen*. Administratie Wegen en Verkeer AWV, Brussel.

Dreesen, A. en Cuyvers, R. (2003). *Risicoanalyse op basis van wegkenmerken: een literatuurstudie*. Rapportnummer RA-2003-13. Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit, Diepenbeek.

Fortuijn, L.G.H. en Carton, P.J. (2000). *Turbopleinen: een beproefd concept in een nieuw jasje*. Provincie Zuid-Holland, Directie Economie en Vervoer, Den Haag.

Hansen, I.A. (2005). *Duurzaam Veilig 2: van infrastructuurbeleid naar intelligent sturen*. In: F. Wegman en L. Aarts (reds.), *Denkend over Duurzaam Veilig* (p. 80-87). Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Hansen, I.A. (2000). *Ontwerp van wegen en spoorwegen; Deel B van het vak vk3040 Verkeer*. Technische Universiteit Delft - Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen - Sectie Verkeerskunde, Delft.

Janssen, S.T.M.C. (1992). *Veiligheid van ongelijkvloerse kruispunten op enkelbaanswegen*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Maes, W. (2003). *Het verkeersveiligheidsbeleid van de EU en de betekenis ervan voor België en Vlaanderen*. Presentatie van de *Principal Administrator* van het Directoraat-generaal Energie en Vervoer van de Europese Commissie, tijdens de 36e prof. ir. Van Cauterenleerstoel-studiedag op 26 november 2003. Katholieke Universiteit Leuven.

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2004). *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, gecoördineerde versie*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap - Departement Leefmilieu en Infrastructuur - Administratie Ruimtelijke Ordening, Huisvesting, Monumenten en Landschappen - Afdeling Ruimtelijke planning, Brussel.

Poppe, F. (2006). *Risico's onderscheiden naar wegtype; Eindrapportage van het kencijfer-project uit het Onderzoekjaarplan*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Provincie Fryslân (2005). *Shared Space: Ruimte voor iedereen; Een nieuwe visie op de openbare ruimte*. Provincie Fryslân, Leeuwarden

Provincie West-Vlaanderen (2001). *Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan West-Vlaanderen; richtinggevend gedeelte*. Provincie West-Vlaanderen - Dienst Ruimtelijke planning en Mobiliteit DRuM, Sint-Andries.

RVV (1990). *Besluit van 26 juli 1990, houdende vaststelling van een nieuw Reglement verkeersregels en verkeerstekens*. Staat der Nederlanden.

SWOV (2006). *NVVC 2006: samenwerking nodig voor verdere verlaging ongevalcijfers*. In: SWOV-schrift; nummer 106; januari 2006. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (2005). *Rotondes kunnen nog veiliger voor fietsers*. In: SWOV-schrift; nummer 101; januari 2005. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

SWOV (1997). *Nieuwe risicocijfers beschikbaar*. In: SWOV-schrift; nummer 71; juni 1997. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

TBM (1999). *Methoden voor specificatie*. Presentatie behorend bij het vak Inleiding Technische Bestuurskunde. Faculteit Techniek, Bestuur en Management, TU Delft.

TV 3V (2005). *Leidraad Veilig Verkeer Vlaanderen; 2e editie*. Tijdelijke Vennootschap/Vereniging Veilig Verkeer Vlaanderen TV 3V, Antwerpen.

Wegman, F. en Aarts, L. (2005). *Door met Duurzaam Veilig; Nationale Verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020*. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Weseman, P. en Devillers, E.L.C. (2003). *Kosten-batenanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen*. Rapportnummer R-2003-32. Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV, Leidschendam.

Zuylen, H.J. van (2002). *Dynamic Traffic Management; Traffic Control*. Technische Universiteit Delft - Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen - Sectie Verkeerskunde, Delft.

Samenstelling evaluatiecommissie

Prof.ir. L. (Ben) Immers

Promotor (TU: "Dagelijks begeleider")
Katholieke Universiteit Leuven
Faculteit Toegepaste Wetenschappen
Departement Burgerlijke Bouwkunde
Afdeling Verkeer & Infrastructuur
Kasteelpark Arenberg 40
3001 Heverlee
België
Tel. 0(032)16321669
Fax 0(032)16321976
ben.immers@bwk.kuleuven.ac.be

Prof.Dr.-Ing. I.A. (Ingo) Hansen

Assessor (TU: "Afstudeerhoogleraar; *pro forma* voorzitter")
TU Delft
Faculteit Civiele Techniek & Geowetenschappen
Sectie Transport & Planning
Stevinweg 1
2628 CN Delft
Nederland
Tel. 0(031)152785279
Fax 0(031)152783179
i.a.hansen@citg.tudelft.nl

Ir. P.B.L. (Paul) Wiggeraad

Assessor (TU: "Afstudeercoördinator")
TU Delft
Faculteit Civiele Techniek & Geowetenschappen
Sectie Transport & Planning
Stevinweg 1
2628 CN Delft
Nederland
Tel. 0(031)152784916
Fax 0(031)152783179
p.wiggeraad@citg.tudelft.nl

Dr.ir. J.A.A. (John) Stoop

Assessor (TU: "Intern lid afstudeercommissie")
TU Delft
Faculteit Techniek, Bestuur en Management
Sectie Transportbeleid en Logistieke Organisatie
Jaffalaan 5
2628 BX Delft
Nederland
Tel. 0(031)152783424
Fax 0(031)152782719
j.a.a.m.stoop@tbm.tudelft.nl

Ir. J. (Jan) Van Den Bossche

Assessor (TU: "Extern lid afstudeercommissie")

Projectdirecteur TV 3V

Platin Moretuslei 220

Bus 7

2018 Antwerpen

België

Tel. 0(032)33281562














































































































































































Fax 0(032)33281561

jan.vandenbossche@tv3v.be

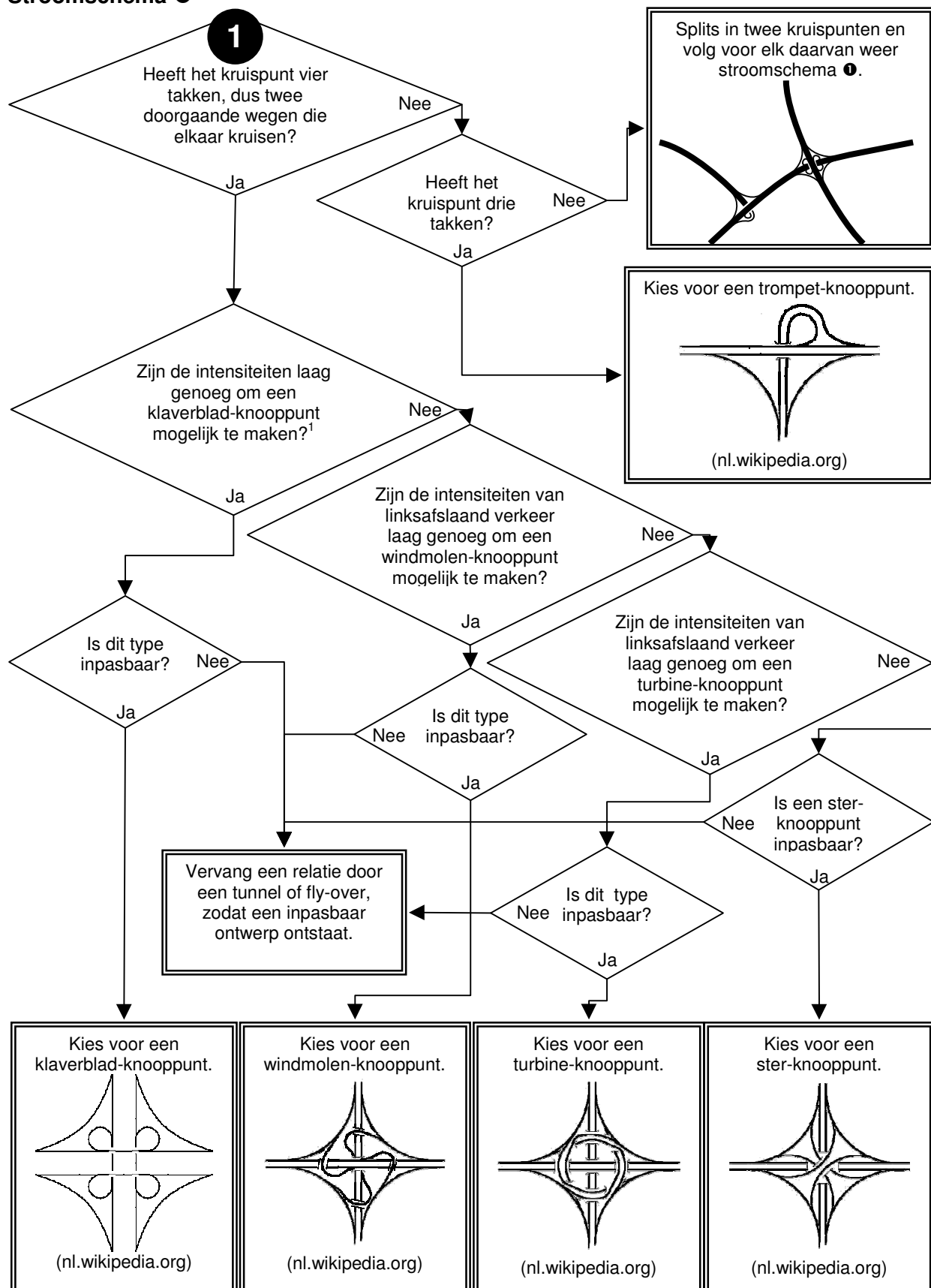
Bijlage 1. De volledige beslisboom

De tabel

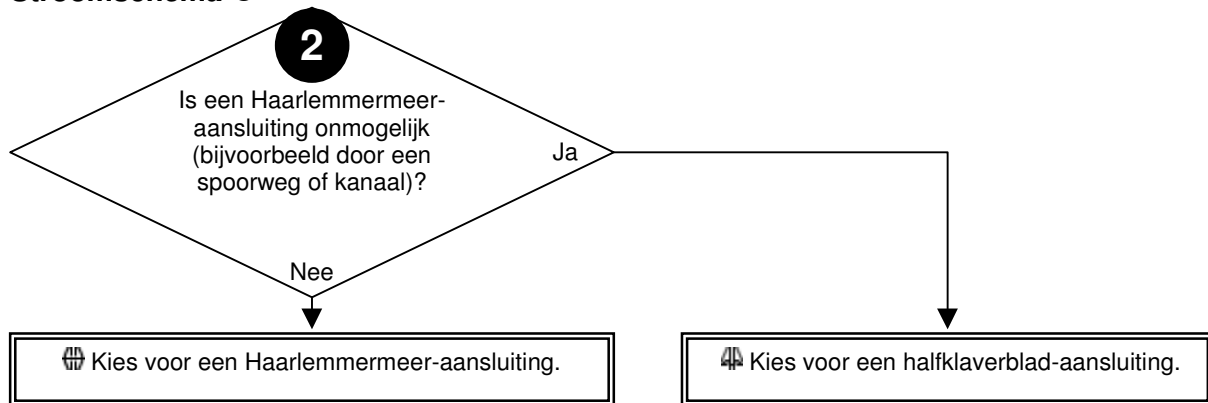
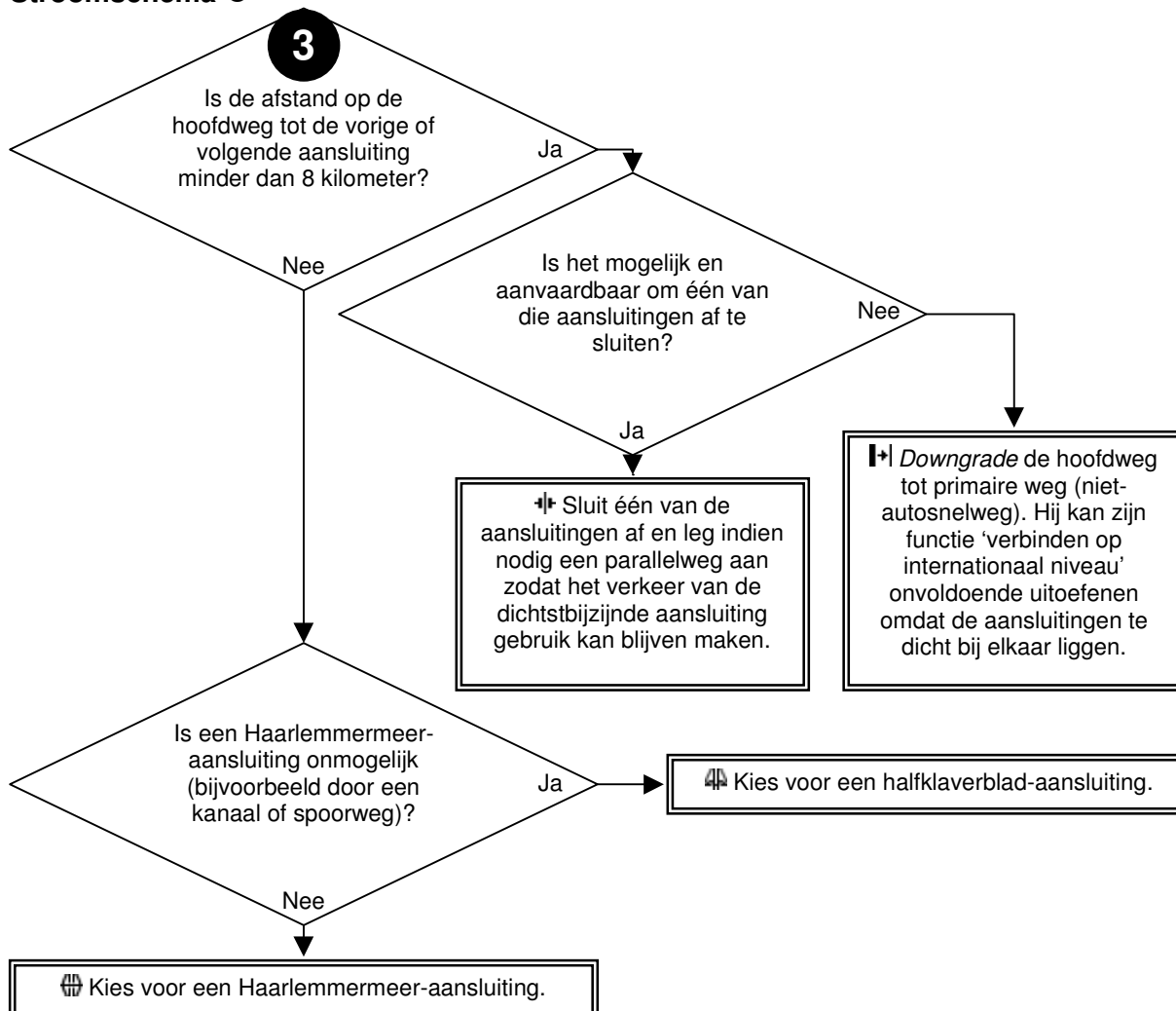
 = Haarlemmermeer-aansluiting
  = Halfklaverblad-aansluiting
  = Knooppunt
 = Afsluiten
  = Upgraden
  = Downgraden
 = Lichtengeregeld verkeersplein
  = Conflictvrije verkeerslichten
  = Ronde
 = Voorrangskruispunt
  = Gelijkwaardig kruispunt
 = Uitritconstructie

Categorie Hoofd functie	Hoofd- weg	Primaire weg		Secundaire weg			Lokale weg			
		I	II	I	II	III	I	II	IIIA	IIIB
Hoofdweg Verbinden op internationaal niveau	 Volg 1	 Volg 1	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3
Primaire weg Verbinden op Vlaams niveau I	 Volg 1	 Volg 1	  Volg 2	  Volg 2	  Volg 2	  Volg 2	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3
Primaire weg Verzamelen op Vlaams niveau II	  Volg 3	 Volg 2	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3
Secundaire weg Verbinden op bovenlo-kaal niveau I	  Volg 3	 Volg 2	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 7	  Volg 3	  Volg 6
Secundaire weg Verzamelen op bovenlo- kaal niveau II	  Volg 3	 Volg 2	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 7	  Volg 6	  Volg 6
Secundaire weg Verbinden voor OV en fietsverkeer op bovenlo- kaal niveau III	  Volg 3	 Volg 2	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 7	  Volg 3	  Volg 6
Lokale weg Lokale verbindings- weg I	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 3	  Volg 7	  Volg 3	
Lokale weg Lokale gebiedsont- sluitingsweg II	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	 Volg 7	 Volg 7	 Volg 7	 Volg 7		 Volg 9	
Lokale weg Erftoegangs weg in ver- blijfsgebied IIIA	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 6	  Volg 3	  Volg 3	 Volg 9	+	+
Lokale weg Erftoegangs weg in bui- tengebied IIIB	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 3	  Volg 6	  Volg 6	  Volg 6			+	+

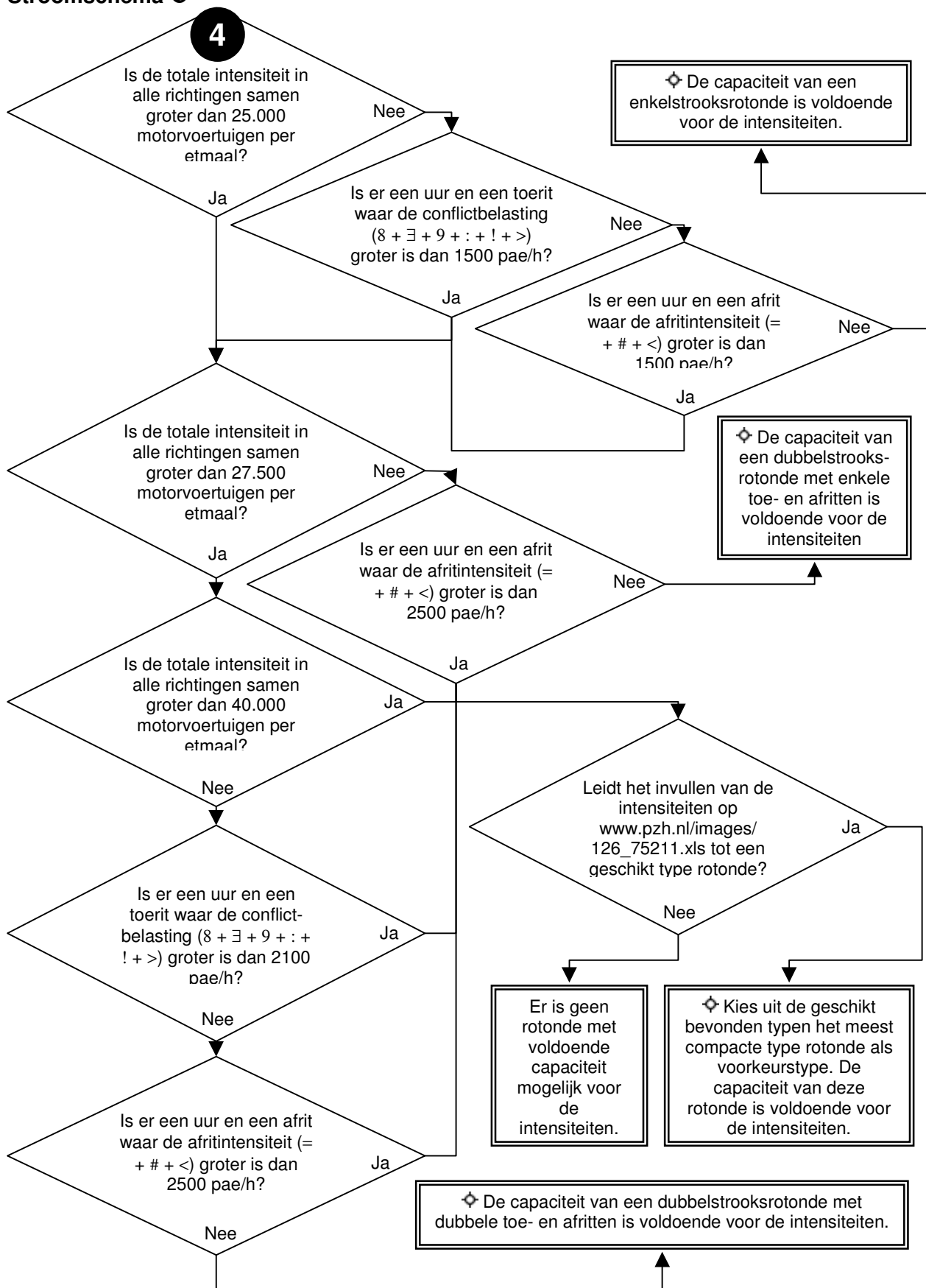
Stroomschema 1



¹ De capaciteit van een weefvak is circa 1500 pae/h en de capaciteit van één doorgaande rijstrook plus een weefvak met 10% vrachtverkeer varieert tussen 2300 en 3000 pae/h.

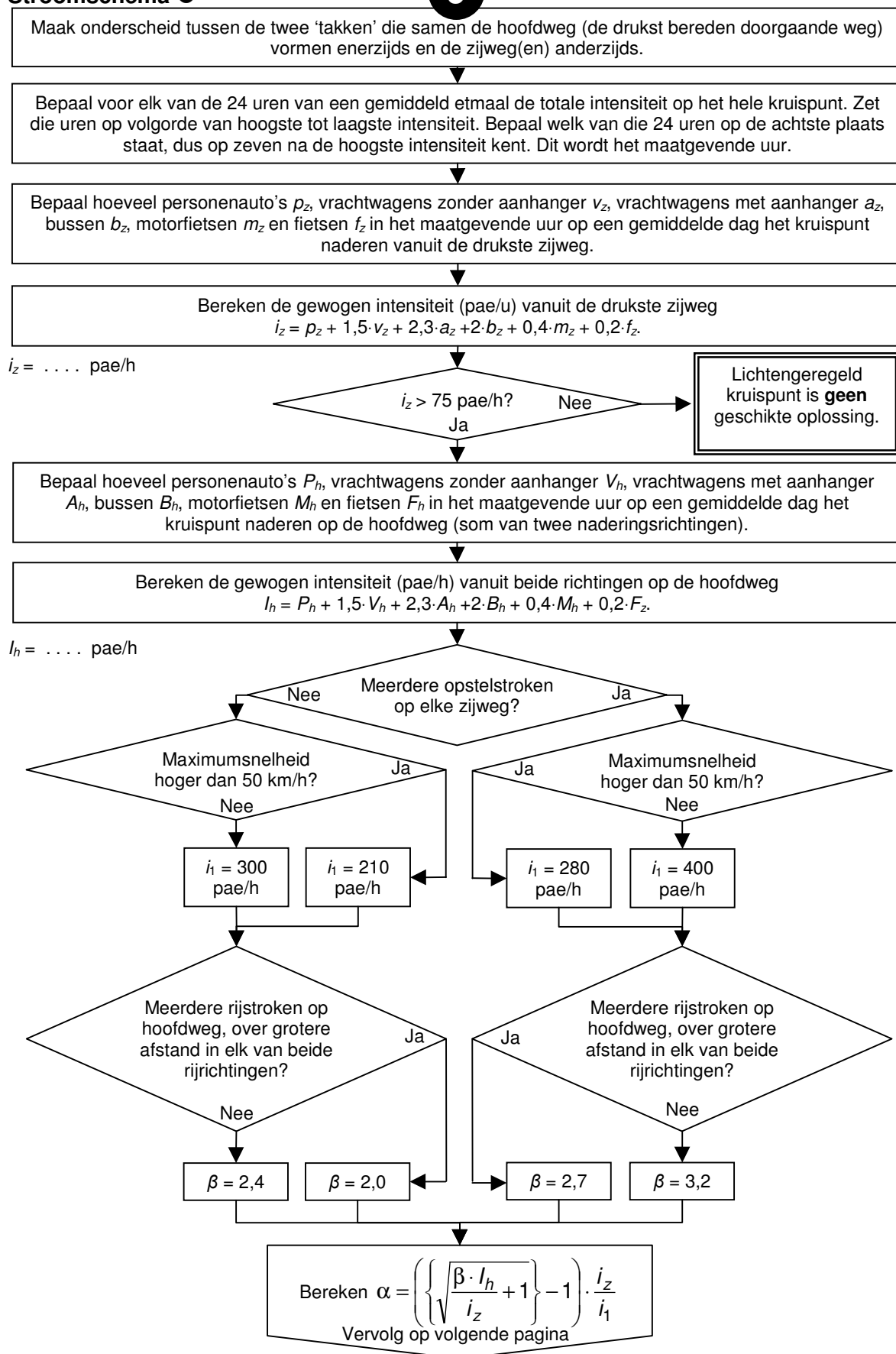
Stroomschema 2**Stroomschema 3**

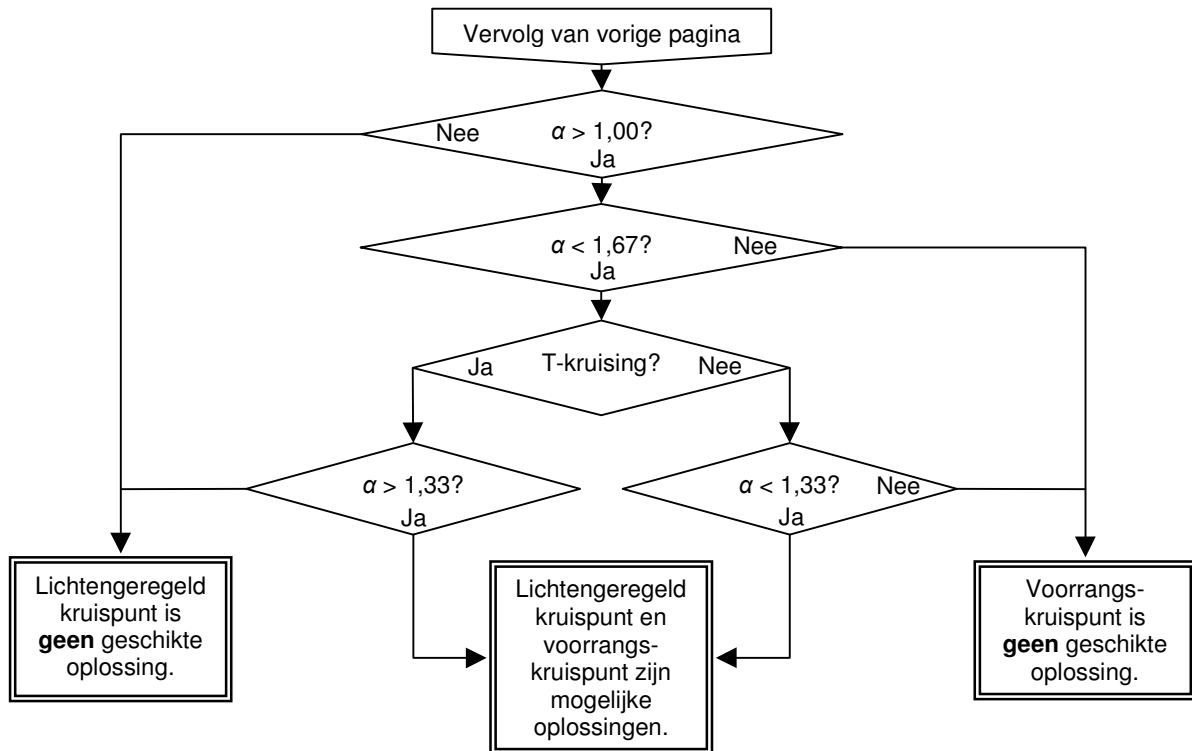
Stroomschema 4



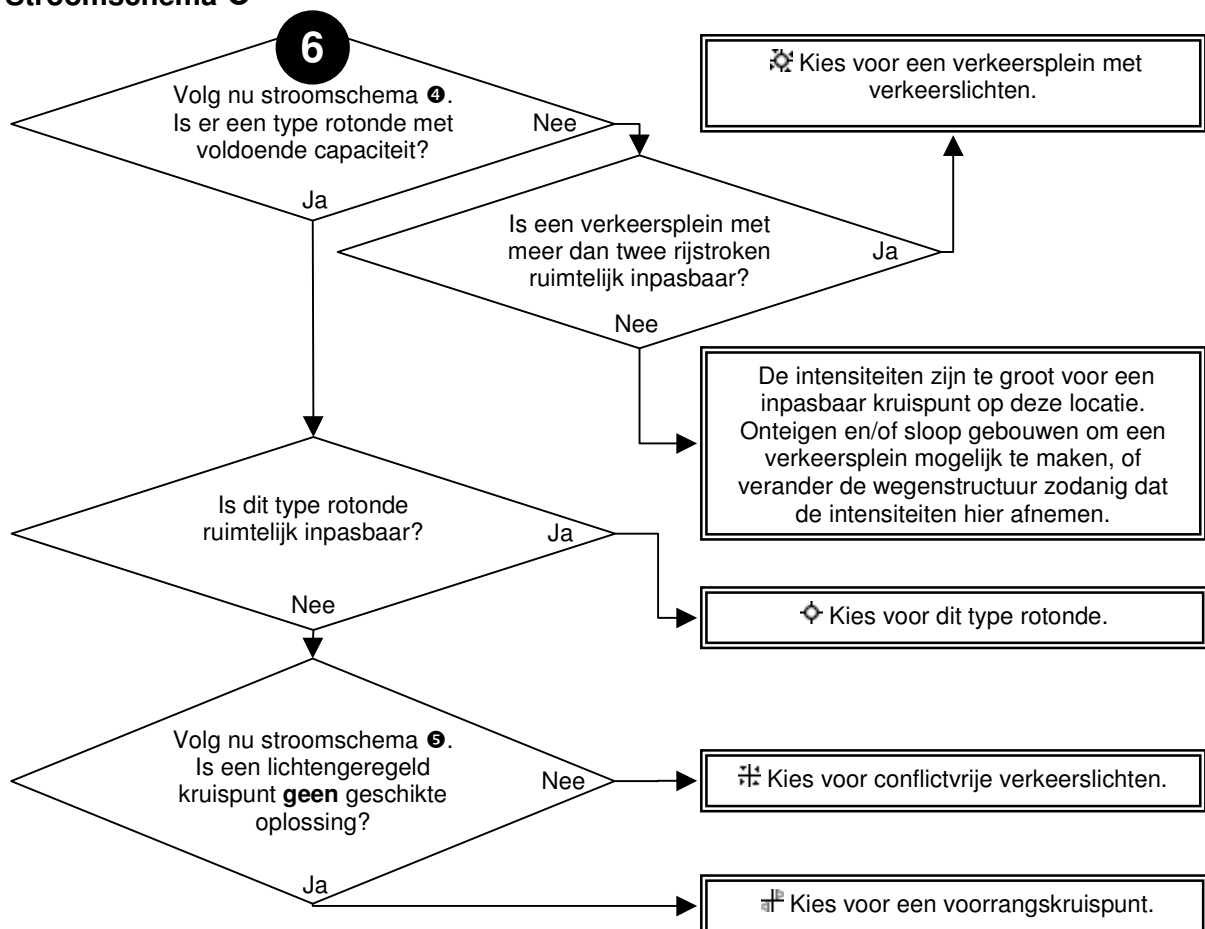
Stroomschema 5

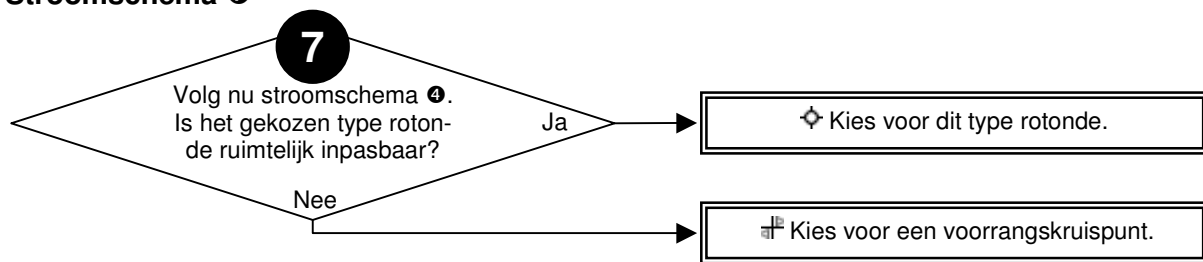
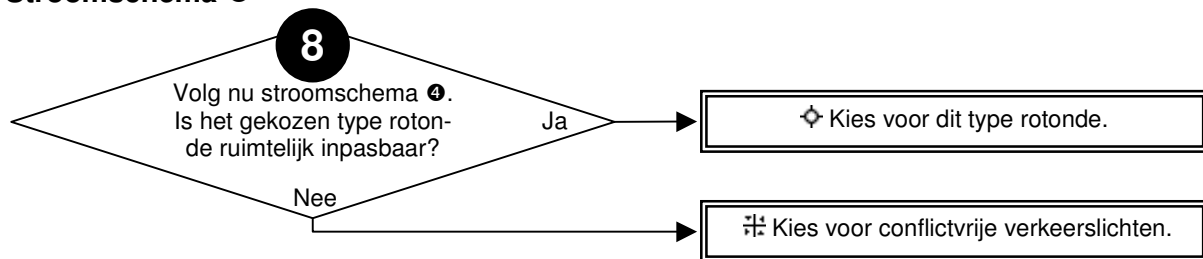
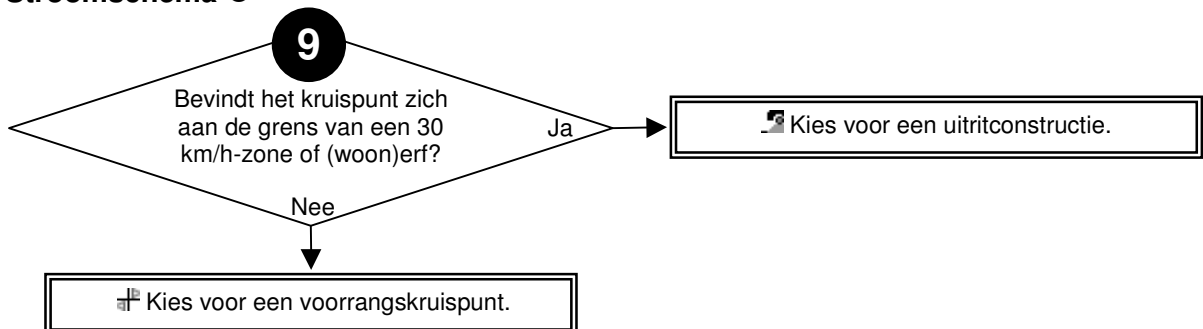
5





Stroomschema 6



Stroomschema 7**Stroomschema 8****Stroomschema 9**

Bijlage 2. Ongevallen en slachtoffers indien project 001006 niet wordt uitgevoerd

Jaar	Aantal ongevallen	Totaal doden	Totaal zwaar gewonden	Totaal licht gewonden	Aantal fietsongevallen	Fiets doden	Fiets zwaar gewonden	Fiets licht gewonden	Aantal niet-fietsongevallen	Niet-fiets doden	Niet-fiets zwaar gewonden	Niet-fiets licht gewonden
2006	14,1	0,00	1,62	27,2	1,51	0,00	0,607	1,60	12,59	0,00	1,013	25,6
2007	13,9	0,00	1,60	26,9	1,49	0,00	0,600	1,58	12,44	0,00	1,001	25,3
2008	13,8	0,00	1,58	26,6	1,47	0,00	0,593	1,56	12,29	0,00	0,989	25,0
2009	13,6	0,00	1,56	26,2	1,46	0,00	0,585	1,54	12,14	0,00	0,977	24,7
2010	13,4	0,00	1,54	25,9	1,44	0,00	0,578	1,52	12,00	0,00	0,965	24,4
2011	13,3	0,00	1,53	25,6	1,42	0,00	0,571	1,51	11,85	0,00	0,954	24,1
2012	13,1	0,00	1,51	25,3	1,40	0,00	0,565	1,49	11,71	0,00	0,942	23,8
2013	13,0	0,00	1,49	25,0	1,39	0,00	0,558	1,47	11,57	0,00	0,931	23,5
2014	12,8	0,00	1,47	24,7	1,37	0,00	0,551	1,45	11,43	0,00	0,920	23,2
2015	12,6	0,00	1,45	24,4	1,35	0,00	0,545	1,44	11,29	0,00	0,909	23,0
2016	12,5	0,00	1,44	24,1	1,34	0,00	0,538	1,42	11,16	0,00	0,898	22,7
2017	12,3	0,00	1,42	23,8	1,32	0,00	0,532	1,40	11,02	0,00	0,887	22,4
2018	12,2	0,00	1,40	23,5	1,31	0,00	0,525	1,38	10,89	0,00	0,876	22,1
2019	12,1	0,00	1,38	23,2	1,29	0,00	0,519	1,37	10,76	0,00	0,866	21,9
2020	11,9	0,00	1,37	23,0	1,28	0,00	0,513	1,35	10,63	0,00	0,855	21,6
2021	11,8	0,00	1,35	22,7	1,26	0,00	0,506	1,33	10,50	0,00	0,845	21,4
2022	11,6	0,00	1,34	22,4	1,24	0,00	0,500	1,32	10,38	0,00	0,835	21,1
2023	11,5	0,00	1,32	22,2	1,23	0,00	0,494	1,30	10,25	0,00	0,825	20,9
2024	11,3	0,00	1,30	21,9	1,22	0,00	0,488	1,29	10,13	0,00	0,815	20,6
2025	11,2	0,00	1,29	21,6	1,20	0,00	0,483	1,27	10,01	0,00	0,805	20,4
2026	11,1	0,00	1,27	21,4	1,19	0,00	0,477	1,26	9,89	0,00	0,796	20,1
2027	10,9	0,00	1,26	21,1	1,17	0,00	0,471	1,24	9,77	0,00	0,786	19,9
2028	10,8	0,00	1,24	20,9	1,16	0,00	0,465	1,23	9,65	0,00	0,777	19,6
2029	10,7	0,00	1,23	20,6	1,14	0,00	0,460	1,21	9,54	0,00	0,767	19,4
2030	10,6	0,00	1,21	20,4	1,13	0,00	0,454	1,20	9,42	0,00	0,758	19,2
2031	10,4	0,00	1,20	20,1	1,12	0,00	0,449	1,18	9,31	0,00	0,749	18,9
2032	10,3	0,00	1,18	19,9	1,10	0,00	0,443	1,17	9,20	0,00	0,740	18,7
2033	10,2	0,00	1,17	19,6	1,09	0,00	0,438	1,15	9,09	0,00	0,731	18,5
2034	10,1	0,00	1,16	19,4	1,08	0,00	0,433	1,14	8,98	0,00	0,722	18,3
2035	9,9	0,00	1,14	19,2	1,06	0,00	0,428	1,13	8,87	0,00	0,714	18,0
2036	9,8	0,00	1,13	18,9	1,05	0,00	0,423	1,11	8,76	0,00	0,705	17,8
2037	9,7	0,00	1,11	18,7	1,04	0,00	0,417	1,10	8,66	0,00	0,697	17,6
2038	9,6	0,00	1,10	18,5	1,03	0,00	0,412	1,09	8,56	0,00	0,688	17,4
2039	9,5	0,00	1,09	18,3	1,01	0,00	0,408	1,07	8,45	0,00	0,680	17,2
2040	9,4	0,00	1,07	18,0	1,00	0,00	0,403	1,06	8,35	0,00	0,672	17,0
2041	9,2	0,00	1,06	17,8	0,99	0,00	0,398	1,05	8,25	0,00	0,664	16,8
2042	9,1	0,00	1,05	17,6	0,98	0,00	0,393	1,04	8,15	0,00	0,656	16,6
2043	9,0	0,00	1,04	17,4	0,97	0,00	0,388	1,02	8,05	0,00	0,648	16,4
2044	8,9	0,00	1,02	17,2	0,95	0,00	0,384	1,01	7,96	0,00	0,640	16,2
2045	8,8	0,00	1,01	17,0	0,94	0,00	0,379	1,00	7,86	0,00	0,633	16,0

Bijlage 3. Vermeden ongevallen en slachtoffers indien project 001006 wel wordt uitgevoerd

Jaar	Aantal fietsongevallen	Fiets doden	Fiets zwaar gewonden	Fiets licht gewonden	Aantal niet-fietsongevallen	Niet-fiets doden	Niet-fiets zwaar gewonden	Niet-fiets licht gewonden	Totaal vermeden ongevallen	Totaal vermeden doden	Totaal vermeden zwaar gewonden	Totaal vermeden licht gewonden
2006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2009	1,165	0,000	0,468	1,234	3,934	0,000	0,190	4,790	5,099	0,000	0,658	6,024
2010	1,151	0,000	0,463	1,220	3,887	0,000	0,187	4,732	5,038	0,000	0,650	5,952
2011	1,137	0,000	0,457	1,205	3,840	0,000	0,185	4,675	4,977	0,000	0,642	5,881
2012	1,124	0,000	0,452	1,191	3,794	0,000	0,183	4,619	4,918	0,000	0,634	5,810
2013	1,110	0,000	0,446	1,176	3,749	0,000	0,181	4,564	4,859	0,000	0,627	5,740
2014	1,097	0,000	0,441	1,162	3,704	0,000	0,178	4,509	4,800	0,000	0,619	5,671
2015	1,084	0,000	0,436	1,148	3,659	0,000	0,176	4,455	4,743	0,000	0,612	5,603
2016	1,071	0,000	0,430	1,134	3,615	0,000	0,174	4,402	4,686	0,000	0,605	5,536
2017	1,058	0,000	0,425	1,121	3,572	0,000	0,172	4,349	4,630	0,000	0,597	5,470
2018	1,045	0,000	0,420	1,107	3,529	0,000	0,170	4,297	4,574	0,000	0,590	5,404
2019	1,033	0,000	0,415	1,094	3,487	0,000	0,168	4,245	4,519	0,000	0,583	5,339
2020	1,020	0,000	0,410	1,081	3,445	0,000	0,166	4,194	4,465	0,000	0,576	5,275
2021	1,008	0,000	0,405	1,068	3,403	0,000	0,164	4,144	4,411	0,000	0,569	5,212
2022	0,996	0,000	0,400	1,055	3,363	0,000	0,162	4,094	4,358	0,000	0,562	5,149
2023	0,984	0,000	0,396	1,043	3,322	0,000	0,160	4,045	4,306	0,000	0,556	5,087
2024	0,972	0,000	0,391	1,030	3,282	0,000	0,158	3,996	4,254	0,000	0,549	5,026
2025	0,960	0,000	0,386	1,018	3,243	0,000	0,156	3,948	4,203	0,000	0,542	4,966
2026	0,949	0,000	0,381	1,005	3,204	0,000	0,154	3,901	4,153	0,000	0,536	4,906
2027	0,937	0,000	0,377	0,993	3,166	0,000	0,153	3,854	4,103	0,000	0,529	4,848
2028	0,926	0,000	0,372	0,981	3,128	0,000	0,151	3,808	4,054	0,000	0,523	4,789
2029	0,915	0,000	0,368	0,970	3,090	0,000	0,149	3,762	4,005	0,000	0,517	4,732
2030	0,904	0,000	0,363	0,958	3,053	0,000	0,147	3,717	3,957	0,000	0,511	4,675
2031	0,893	0,000	0,359	0,947	3,016	0,000	0,145	3,673	3,910	0,000	0,504	4,619
2032	0,883	0,000	0,355	0,935	2,980	0,000	0,144	3,628	3,863	0,000	0,498	4,564
2033	0,872	0,000	0,351	0,924	2,944	0,000	0,142	3,585	3,816	0,000	0,492	4,509
2034	0,862	0,000	0,346	0,913	2,909	0,000	0,140	3,542	3,771	0,000	0,486	4,455
2035	0,851	0,000	0,342	0,902	2,874	0,000	0,138	3,499	3,725	0,000	0,481	4,401
2036	0,841	0,000	0,338	0,891	2,840	0,000	0,137	3,457	3,681	0,000	0,475	4,348
2037	0,831	0,000	0,334	0,880	2,806	0,000	0,135	3,416	3,637	0,000	0,469	4,296
2038	0,821	0,000	0,330	0,870	2,772	0,000	0,134	3,375	3,593	0,000	0,464	4,245
2039	0,811	0,000	0,326	0,859	2,739	0,000	0,132	3,334	3,550	0,000	0,458	4,194
2040	0,801	0,000	0,322	0,849	2,706	0,000	0,130	3,294	3,507	0,000	0,452	4,143
2041	0,792	0,000	0,318	0,839	2,673	0,000	0,129	3,255	3,465	0,000	0,447	4,094
2042	0,782	0,000	0,314	0,829	2,641	0,000	0,127	3,216	3,424	0,000	0,442	4,045
2043	0,773	0,000	0,311	0,819	2,610	0,000	0,126	3,177	3,382	0,000	0,436	3,996
2044	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Totaal:									146,4	0,000	18,89	173,0

Bijlage 4. Totale baten indien project 001006 wel wordt uitgevoerd

K1. Jaar	K2. Baten per vermeden ongeval	K3. Baten per vermeden dodelijk slachtoffer	K4. Baten per vermeden zwaar gewonde	K5. Baten per vermeden licht gewonde	K6. Baten door vermeden ongevallen 001006	K7. Baten door vermeden dodelijke slachtoffers 001006	K8. Baten door vermeden zwaar gewonden 001006	K9. Baten door vermeden licht gewonden 001006	K10. Totale baten door vermeden ongevallen en slachtoffers 001006	K11. Totale baten door brandstofbesparing 001006	K12. Totale baten 001006
2006	4.943	2.199.685	761.512	21.879	0	0	0	0	0	0	0
2007	4.810	2.140.294	740.951	21.288	0	0	0	0	0	0	0
2008	4.680	2.082.506	720.945	20.713	0	0	0	0	0	0	0
2009	4.553	2.026.278	701.480	20.154	23.218	0	461.475	121.413	606.106	104.765	710.871
2010	4.430	1.971.568	682.540	19.610	22.320	0	443.627	116.718	582.664	101.936	684.601
2011	4.311	1.918.336	664.111	19.081	21.457	0	426.469	112.203	560.129	99.184	659.313
2012	4.194	1.866.541	646.180	18.565	20.627	0	409.975	107.864	538.466	96.506	634.972
2013	4.081	1.816.144	628.734	18.064	19.829	0	394.119	103.692	517.640	93.900	611.541
2014	3.971	1.767.108	611.758	17.576	19.062	0	378.876	99.682	497.620	91.365	588.985
2015	3.864	1.719.397	595.240	17.102	18.325	0	364.223	95.826	478.374	88.898	567.272
2016	3.759	1.672.973	579.169	16.640	17.616	0	350.136	92.120	459.872	86.498	546.370
2017	3.658	1.627.803	563.531	16.191	16.935	0	336.594	88.557	442.086	84.163	526.249
2018	3.559	1.583.852	548.316	15.754	16.280	0	323.576	85.132	424.988	81.890	506.878
2019	3.463	1.541.088	533.511	15.328	15.650	0	311.061	81.840	408.551	79.679	488.230
2020	3.370	1.499.479	519.107	14.914	15.045	0	299.031	78.675	392.750	77.528	470.278
2021	3.279	1.458.993	505.091	14.512	14.463	0	287.465	75.632	377.560	75.435	452.995
2022	3.190	1.419.600	491.453	14.120	13.904	0	276.347	72.707	362.958	73.398	436.355
2023	3.104	1.381.271	478.184	13.739	13.366	0	265.659	69.895	348.920	71.416	420.336
2024	3.020	1.343.976	465.273	13.368	12.849	0	255.385	67.191	335.425	69.488	404.913
2025	2.939	1.307.689	452.711	13.007	12.352	0	245.507	64.593	322.452	67.612	390.064
2026	2.859	1.272.381	440.487	12.656	11.874	0	236.012	62.094	309.981	65.786	375.767
2027	2.782	1.238.027	428.594	12.314	11.415	0	226.884	59.693	297.992	64.010	362.002
2028	2.707	1.204.600	417.022	11.981	10.974	0	218.109	57.384	286.467	62.282	348.749
2029	2.634	1.172.076	405.763	11.658	10.549	0	209.674	55.165	275.388	60.600	335.988
2030	2.563	1.140.430	394.807	11.343	10.141	0	201.564	53.031	264.737	58.964	323.701
2031	2.494	1.109.638	384.147	11.037	9.749	0	193.769	50.980	254.498	57.372	311.870
2032	2.426	1.079.678	373.775	10.739	9.372	0	186.274	49.009	244.655	55.823	300.478
2033	2.361	1.050.527	363.683	10.449	9.009	0	179.070	47.113	235.193	54.316	289.508
2034	2.297	1.022.163	353.864	10.167	8.661	0	172.144	45.291	226.096	52.849	278.945
2035	2.235	994.564	344.310	9.892	8.326	0	165.486	43.539	217.352	51.422	268.774
2036	2.175	967.711	335.013	9.625	8.004	0	159.086	41.855	208.945	50.034	258.979
2037	2.116	941.583	325.968	9.365	7.694	0	152.933	40.237	200.864	48.683	249.547
2038	2.059	916.160	317.167	9.113	7.397	0	147.018	38.680	193.096	47.368	240.464
2039	2.003	891.424	308.603	8.866	7.111	0	141.332	37.184	185.627	46.089	231.717
2040	1.949	867.355	300.271	8.627	6.836	0	135.866	35.746	178.448	44.845	223.293
2041	1.896	843.937	292.164	8.394	6.571	0	130.611	34.364	171.547	43.634	215.181
2042	1.845	821.150	284.275	8.168	6.317	0	125.560	33.035	164.912	42.456	207.368
2043	1.795	798.979	276.600	7.947	6.073	0	120.704	31.757	158.534	41.310	199.843
2044	1.747	777.407	269.132	7.732	0	0	0	0	0	0	0
2045	1.700	756.417	261.865	7.524	0	0	0	0	0	0	0
Totale contante waarde:	449.371	0	8.931.626	2.349.898	11.730.894	2.391.503	14.122.397				